Aparelho de evaporação e sombreamento

14 — para as operações de evaporação e sombreamento como se definiu na 2.ª publicação deste conjunto sobre microscopia electrónica, utiliza-se o aparelho que se apresenta nas fotos 31 a 34.

A câmara de evaporação onde se colocam as cápsulas porta-objectos é submetida a vácuo mais elevado (entre 10^{-4} e 10^{-6} milímetros de mercúrio) do que o da coluna do microscópio electrónico.

O sistema para se obter o vácuo é idêntico ao do microscópio electrónico e a disposição análoga.

Depois de descritas, para o microscópio, as diversas operações, torna-se mais simples o manuseamento deste aparelho.

Os mesmos cuidados e idêntico seguimento para a obtenção do vácuo, medido neste aparelho com maior rigor por um aferidor de vácuo com quadrante.

Pela análise das figuras deduz-se fàcilmente o método de trabalho.

Impõe-se grande rigor na determinação dos tempos de exposição, no vácuo necessário para cada metal ou óxido metálico utilizado e na inclinação da incidência das radiações. O problema só pode contudo ser resolvido por prática desenvolvida em cada uma das investigações a que se destina a amostra a observar.

15 — Portugal atravessa um período de desenvolvimento científico e técnico de extraordinária envergadura.

Estamos certos que a actividade da microscopia electrónica será auxiliar precioso para a pesquisa de novos conhecimentos que se investigam. Procuramos por isso, com este grupo de três publicações dar uma ideia do funcionamento geral do microscópio electrónico.

No Laboratório em que trabalhamos está em desenvolvimento o aperfeiçoamento de técnica de amostragem e julgamos que em muitas actividades se poderá já dar incremento, além de outras, a investigações em que se relacionem pequenas partículas com possibilidade de se isolarem por suspensões coloidais.

BIBLIOGRAFIA

1 — Alexander, L. T. Hendricks, S. B. and Nelson, R. A. Minerals Present in Soil Colloide: II. Estimation in Some Representative Soils. — Soil Science vol. 48, 1939; pp. 273-279.

2 — Alexander, L. T. Faust, G. T. Hendricke, S. B. Insley, H., and Mc Murdie, H. F. *Relationship of the Clay Minerals Halloysite and Endellite.*—American Mineralogist, vol. 28, 1643; pp. 1-18.

3 — Ardenne, M. von, *200 Kv universal electron microscope with an object Screen.* Z. Physik, 117, 657 — 1941.

4 — Bates, Thomas F., Hildebrand, Fred A., and Swineford, Ada. *Morphologv and Structure of Endellite and Halloysite.* — American Mineralogist, vol. 35, 1950; pp. 463-484.

5 — Bates, Thomas F. *Investigation of the Micaceous Minerals in Slate.* — American Mineralogist, vol. 32, 1947; pp. 625-636.

6 — Bates, Thomas F., Sand, Leonard B., and Mink, Jonh F. *Tubular Crystals of Chrysotile Asbestos.* — Science, vol. 111, 1950; pp. 512-513.

7 — Bramao, Luiz, Cady, J. G., Hendricks, S. B., and Swerdlow, Max. *Criteris for the Characterization of Kaolinite, Halloysite, and a Related Mineral in Clays and Soils.* — Soil Science, vol. 73, 1952; pp. 273-287.

8 — Borries, B-von, and Ruska, E., *New contribution to the history of the development at electron microscopy and supermicroscopy* — Physik Z. 45, 314 — 1945.

9 — Borries, B-von, and Ruska, E. — *The Electron Microscope and its uses.* 2 Ver. dent Ing. 79, 519—1935.

10 — Borries, B-von, and Ruska, E. *Development and efficiency of the Siemens Supermicroscope*—Z. Wiss. Mikroscop, 56, 317 — 1939.

11 — Borries, B-von, and Ruska, E., *The Siemmens Supermicroscope* — Siemens Z. 20, 217 — 1940.

12 — Busch, H.,—*Calculation of the path of cathods rays in an axially symetrical electromagnetic field* — Ann Physik 81, 974 — 1926.

13 — Busch, H., — *The made of action of a concentrating electromagnet in a cathode ray tub.* Arch. Elektrotechnik 18, 583 — 1927.

14 — *Compts randus du premier congrés international de microscopie electronique.* — Editions de la revue d'optique theorique et instrumentale — 1953.

15 — Cosslett, V. E. — The electron Microscope — Signa — 1947.

16 — Wickoff, Ralph W. G. — *Electron Microscopy* — Technique and Applications — Interscience publishers — N. Y. L. — 1949.

17 — Davis, D. W., Rochow, T. G., Rowe, F. G., Fuller, M. L. Kerr Paul F., and Hamilton, Peggy-Kay. *Electron Micrographs of Reference Clay Minerals. Preliminary Report n.º 6, Reference Clay Minerals,* American Petroleum Institute Project 49. — Columbia University, New York — 1950.

18 — Delbert, G. and L. Stahl: *Conferences sur la recher che industrielle* — Revue Generale des Routes, n.º 270 — 1954.

19 — Grim, Ralph E., Bray, R. H. and Bradley, W. F. *The Mica in Argillaceous Sediments.* — American Mineralogist, vol. 22, pp. 813-829 — 1937.

20 — Grim, Ralph E. — *Relation of Clay Mineralogy to Origin and Recovery of Petroleum.* — Bulletin of

the American Association of Petroleum Geologists, vol. 31, n.º 8 — 1947.

21 — Grim, Ralph E. — *The Clay Minerals in Soils and Their Significance.* — Proceedings of the Purdue Conference on Soil Mechanics and its Application. Purdue University — 1940.

22 — Havens, J. H, and J. L. Young. — *Separation, Fractionation and Mineralagy of Clays in Solis.* — Proc. High. Res. Board; 28, 469-480 — 1948.

23 — Humbert, R. P., and Shaw, Byron — *Studies of Clay Particles with the Electron Microscope: I. Shapes of Clay Particles.* — Soil Science, vol. 52 pp. 481-487 — 1941.

24 — Jackson, M. L. Whitting, L. D., and Pennington, R. P. — *Segragation Procedure for the Mineralogical Analysis of Soils.* — Proceedings of the Soil Science Society of America, vol. 14, pp. 77-81 — 1949.

25 — Jackson, M. L., Mackie, W. Z., and Penningyon, R. P. — *Electron Microscope Applications in Soils Research* — Proceeding of the Soil Science Society of America, vol. 11, pp. 57-63 — 1946.

26 — Kelley, O. J, and Shaw, B. T. — *Studies of Clay Particles with the Electron Microscope:* III: *Hydrodynamic considerations in Relation to Shape of particles.* — Proceedings of the Soil Science Society of America, vol. 7, pp. 58-68 — 1942.

27 — Kinter, E. B., A. M. Wintermeyer and M. Swerdlow. — *Electron Microscopy of Soils Clays and Related Materials.*— Publ. Roads, 27, 89-100 — 1952.

28 — Knoll, M., and Ruska, E. — *Contribution to geometrical electron optics.* — I and II, Ann. Physik 12, 607 — 1932.

29 — Marshall, C. E., Humbert, R. P., Shaw, B. T., and Caldwell, O. G. — *Studies of Clay Particles with the Electron Microscope:* II. *The Fractionational of Beidellite, Montronite, Magnesium Bentonite, and Attapulgite.* — Soil Science, vol. 54, pp. 149-158. — 1942.

30 — Moore, C. A. — *Some Geological Applications of the Electron Microscope.* — Proc. Oklahoma Acad. Sci. 27, 86-90 — 1947.

31 — Pennington, R. F., and Jackson, M. L. — *Segregation of the Clay Minerals of Polycomponent Soil Clays.* — Proceedings of the Soil Science Society of America, vol. 12, pp. 452-457, — 1947.

32 — Reis, T. — *Perspectives offertes par l'emploi du microscope electronique pour des recherches concernant les matériax routiers.* — Revue Génerale des Routes, n.º 267, 1954 (com lista bibliográfica).

33 — Shaw, B. T. *The Nature of Colloidal Clay as Revealed by the Electron Miccoscope.* — J. Physical Chemistry, 46, 1032-1043, 1942.

34 — Ross, Clarence, and Hendricks, Sterling B. *Minerals of the Montmorillonite Group — Their Origin and Relation to Soils and Clays.* — U. S. Geological Survey Professional Paper, 205-B, 1945.

35 — Ruska, E., and Knoll M., *The Magnetic concentratory electromagnet for fast electrons.* Z. Tech. Physik, 12, 389 — 1931.

36 — Williams, Robley C., and Wyckoff, Ralph W. G. *Applications of Metallic Shadow-Casting to Microscopy.* — Journal of Applied Physics, vol. 17, 1946; pp. 23-33.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece à firma «Breyner & Wirth», representante da Siemens & Halske de Berlim, a faculdade que lhe foi concedida da utilização de fotografias de alguns dos seus catálogos.

Manifesta mais uma vez o reconhecimento pela atenção e pormenor com que lhe foram esclarecidos os problemas da microscopia electrónica ao prof. E. Ruska, Dr. Wolf, Dr.ª Weichan e Dr. Wiesenberger e ainda à firma «Siemens & Halske» de Berlim, pela deferência da recepção durante o estágio aí realizado.

Ao Engenheiro Director dos Serviços de Obras Públicas exprime o seu reconhecimento pelo interesse com que acompanhou as exposições realizadas na Sociedade de Estudos sobre a «Microscopia Electrónica» e as facilidades concedidas à publicação desta série de trabalhos.

Para o chefe do Laboratório, Engenheiro Pimentel dos Santos vão os agradecimentos pelo apoio prestado ao autor desde o início desta actividade e ainda a colaboração dada para a concretização das conferências realizadas e publicação destes assuntos que constituem a base da utilização do microscópio electrónico.

Finalmente, para com o Governo da Província e da Nação não pode deixar de tornar público o testemunho do impulso e da protecção aos empreendimentos tendentes a elevar o nível científico e técnico do povo português.

SUMMARY

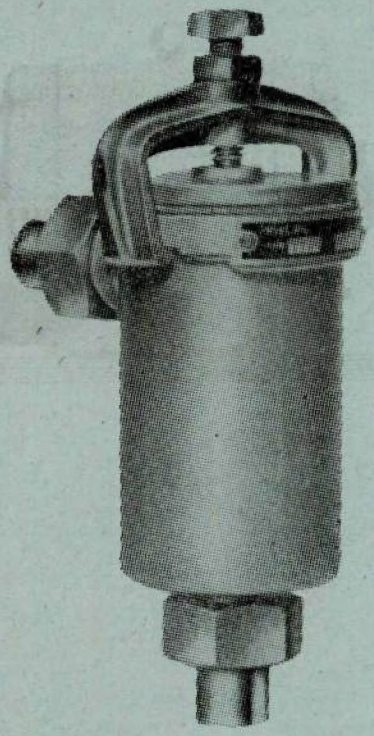
This is the third paper by de same Author, dealing with electron microscopy. It is mainly concerned with the description and operation of the apparatus used in the Laboratory of Moçambique in connexion with soil studies.

After a brief historical review, the Author describes the electron microscope Siemens UM 60 and the form of operating it, both for direct observation and electron diffraction.

The evaporating unit, where the samples are prepared and shadowed for observation, has also been described.

Lastly a list of 36 publications desling with the subject of electron microscopy, chiefly applied to soil studies, has been included.

FILTROS MAGNÉTICOS



PHILIPS

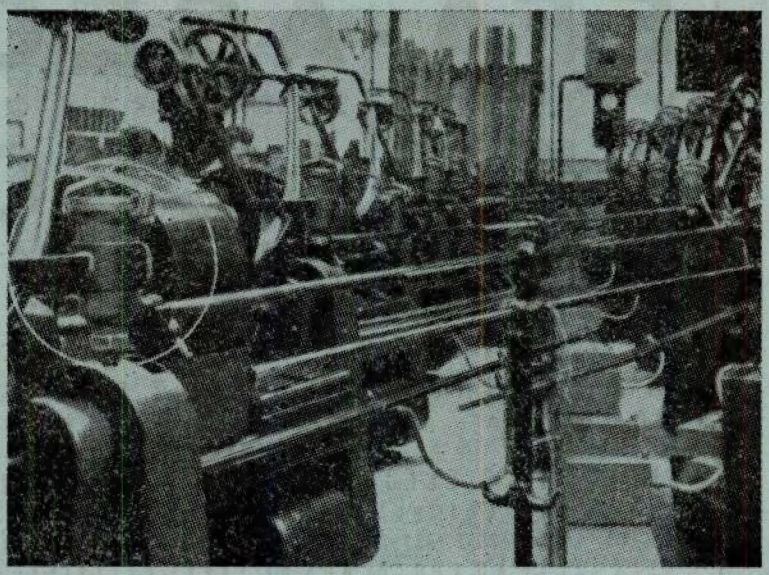
Os filtros magnéticos Philips extraem partículas ferrosas até 1 micron!

A experiência tem provado que são de indiscutível utilidade em: máquinas de amolar, de afiar, em brocas, nas caixas de velocidade de máquinas, em motores Diesel, nas indústrias de tintas, vernizes, cerâmica, etc.

O núcleo de filtro é um íman permanente muito poderoso: Ticonal — patenteado pela Philips — não sendo necessárias quaisquer ligações eléctricas.

A limalha é recebida nos intervalos existentes entre os vários anéis e de tal modo que não obriga a entupimento do filtro.

Nos filtros Philips não há partes móveis. A limpeza é simples e rápida.



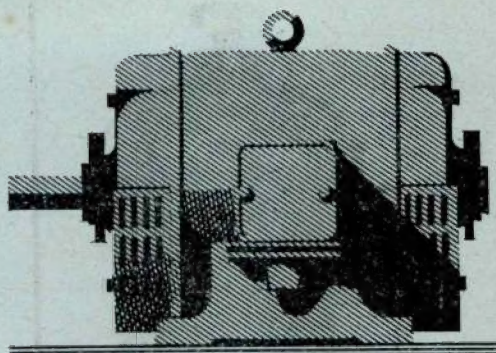
EXEMPLO DE EMPREGO SIMULTÂNEO DE FILTROS NUMA SÉRIE DE 20 TORNOS ELÉCTRICOS

PHILIPS

Para informações detalhadas consultar a *PHILIPS PORTUGUESA, S. A. R. L.*

Rua Joaquim António de Aguiar, 66
LISBOA

760, Rua Fernandes Tomás, 764
PORTO



EFA-ACEC

MOTORES ELÉCTRICOS

EFA-ACEC

MOTORES ELÉCTRICOS

EFA-ACEC

EFA-ACEC

MOTORES ELÉCTRICOS

EFA-ACEC

MOTORES ELÉCTRICOS

EFA-ACEC

MOTORES ELÉCTRICOS

EFA-ACEC

MOTORES ELÉCTRICOS

EFA-ACEC

MOTORES ELÉCTRICOS

FABRICADOS EM PORTUGAL PELA

EFA - EMPRESA FABRIL DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS

ARROTEIA — S. MAMEDE DE INFESTA

DISTRIBUIDORES GERAIS

INDÚSTRIAS ELÉCTRICAS ASSOCIADAS — INEL

SEDE EM LISBOA: RUA RODRIGO DA FONSECA, 76, 4.º
TELEFS. 40174, 47533, 55317, 56582 E 57158 · TELEG.: INELA-LISBOA
DELEGAÇÃO NO PORTO: RUA DE SANTA CATARINA, 470
TELEFONES 28841, 28842 E 28843 · TELEGRAMAS: INELAPO-PORTO

C. D. U. 546.14.02

Nota àcerca da separação química do par de isómeros do Br^{80} (1)

J. M. PEIXOTO CABRAL

Centro de Estudos de Radioquímica
C. E. E. N. — I. S. T.
INSTITUTO DE ALTA CULTURA

Efectuou-se a separação química dos isómeros do Br^{80}, com base na dissociação do complexo $[Re\ Br_6]^{=}$ marcado com este nuclídeo radioactivo. Tal dissociação é devida à perda de electrões de valência, resultante da emissão de electrões de conversão na passagem do estado metaestável (Br^{80} de 4,4 h) ao fundamental (Br^{80} de 18 min.).

I. Introdução

Foi O. Hahn quem, em 1921, observou pela primeira vez o fenómeno do isomerismo nuclear, ao demonstrar a existência do UZ possuindo o mesmo número de massa e o mesmo número atómico que o UX_2 ($_{91}Pa^{234}$) mas com propriedades radioactivas diferentes. O fenómeno só despertou, contudo, verdadeiro interesse com a descoberta, em 1937, de um novo par de isómeros (Br^{80} de 18 minutos e Br^{80} de 4,4 horas). Hoje conhecem-se já cerca de 120 pares de isómeros, a maior parte deles entre os nuclídeos radioactivos produzidos artificialmente.

Um par de isómeros nucleares (2) é geralmente definido como dois nuclídeos com o mesmo número de massa e o mesmo número atómico, existindo em estados de energia diferentes com probabilidades de decadência também diferentes e mensuráveis. A definição é na realidade arbitrária, pois está dependente da técnica mais ou menos rápida para medir a duração de vida desses estados de energia. (3)

Segré e Helmholz classificaram os isómeros em dois tipos: (a) isómeros cujo estado de energia mais elevado (estado metaestável) decai para o mais baixo (estado fundamental), por emissão γ ou de electrões de conversão interna, e neste caso o isómero correspondente ao estado fundamental pode deixar de ser radioactivo; (b) isómeros cujos estados de energia metaestável e fundamantal decaem para o elemento seguinte, ou anterior, da tabela periódica por emissão $\beta^{\mp}$ ou captura de electrão, mas com energias e períodos de semi-desintegração diferentes. É exemplo do tipo (a) o par Br^{80} de 18 min. e Br^{80} de 4,4 h., a que se refere este trabalho, e do tipo (b) o par Mn^{52} de 21,3 min. e Mn^{52} de 6,2 d (fig. 1).

Foi von Weizsäcker quem apresentou a primeira teoria para explicar o fenómeno do isomerismo nuclear em conformidade com resultados experimentais. Outras se lhe seguiram, baseando-se fundamentalmente em regras de selecção que governam a probabilidade de se efectuarem transições de estados de energia. Não há ainda, porém, uma teoria capaz de interpretar com acerto todos os resultados já obtidos.

Está fora da finalidade deste trabalho a análise teórica do fenómeno. Ele limitar-se-á a um exame sumário dos problemas químicos relacionados com o isomerismo nuclear, apresentando-se como exemplo um método de separação.

2. Separação química de isómeros

Apesar dos isómeros nucleares serem isotópicos e isobáricos é possível, em certos casos, efectuar-se a sua separação química.

(1) Trabalho realizado no Max-Planck Institut für Chemie, Mainz, como bolseiro do I. A. C.

(2) Há casos em que se conhecem mais de dois estados isoméricos, como por exemplo o do Sb^{124} com três.

(3) Com as técnicas actuais, o limite mais baixo atingido foi de cerca de 10^{-10} segundos.

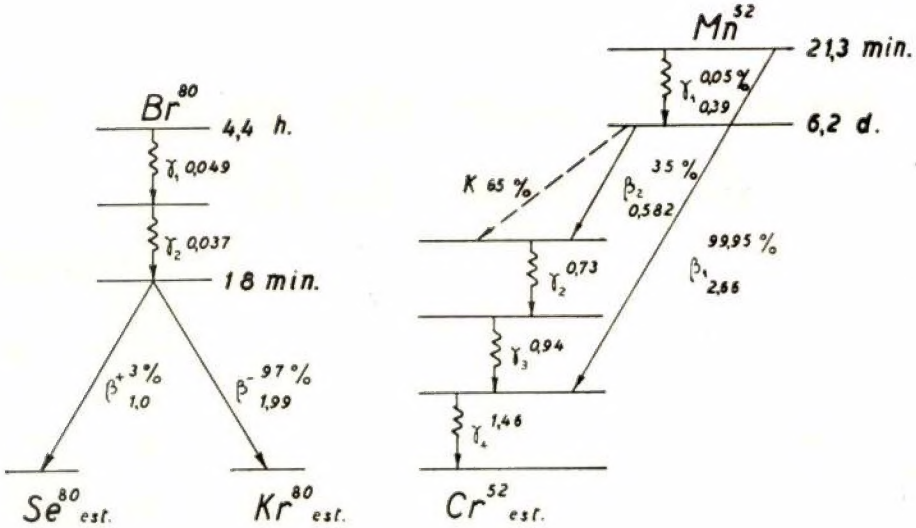


Fig. 1 — Esquemas de desintegração do Br^{80} e Mn^{52}

Segré, Halford e Seaborg, ao mesmo tempo que Devault e Libby, foram os primeiros a efectuar uma separação química de isómeros, a separação do Br^{80} de 18 min. do Br^{80} de 4,4 h.

Segré e os seus colaboradores sintetisaram $(CH_3)_3CBr$ com Br^{80}, agitaram o brometo marcado com uma mistura de álcool metílico e água e separaram-no depois da fase aquosa por extracção com benzeno. Adicionaram a essa fase «carrier» no estado de Br^-, precipitaram-no com NO_3Ag e mediram a actividade do precipitado. Verificaram assim que o Br^{80} de 18 min. se concentrava na fase aquosa.

O problema da separação química de isómeros é de certo modo análogo ao da separação de isótopos pelo processo de Szilard-Chalmers, apenas o mecanismo do fenómeno é diferente. Convém, portanto, para melhor compreensão do assunto, analisar primeiramente o problema da separação de isótopos pelo processo referido, hoje largamente empregado para obter radioisótopos com actividade específica elevada.

No processo Szilard-Chalmers, a separação baseia-se na rotura da ligação química do nuclídeo radioactivo, formado por reacção (n, γ), à molécula irradiada e que é provocada pelo recuo do núcleo ao emitir um fotão.

Com efeito, segundo o princípio da conservação da impulsão, um raio γ que parte do núcleo deve comunicar-lhe impulsão igual à do fotão. Um fotão de energia E_γ tem a impulsão $p_\gamma = E_\gamma / c$ e, portanto, a impulsão do núcleo será $p_n = E_\gamma / c$. Deste modo, a energia cinética de recuo do núcleo será $E_n = p_n^2 / 2M = E^2_\gamma / 2Mc^2$, expressão que se transforma em $E_n = 536\ E^2_\gamma / M$ ev (1) para E_γ expresso em Mev e M em unidades de massa. Quando esta energia é superior à energia da ligação química (≈ 2 a 5 ev para as ligações simples), o que se observa geralmente, a ligação rompe-se resultando daí a possibilidade de o átomo radioactivo ser extraído por processos químicos (2).

No caso do isomerismo nuclear, a energia de recuo do átomo excitado, provocado por emissão γ ou de electrões de conversão interna na passagem do estado metaestável ao fundamental, é insuficiente para provocar a rotura da ligação

---

(1) Se em vez da emissão dum só raio γ há emissão de dois em direcções fazendo entre si um ângulo Θ e de energias $E_{\gamma 1}$ e $E_{\gamma 2}$, a expressão da energia cinética de recuo do núcleo será $En = 536\ (E^2_{\gamma 1} + E^2_{\gamma 2} + 2E_{\gamma 1} E_{\gamma 2} \cos \Theta) / M$ ev. Não havendo correlação angular entre os dois raios γ e se todos os ângulos são igualmente prováveis, todas as energias variando entre os limites E_n (máx.) $= 536\ (E_{\gamma 1} + E_{\gamma 2})^2 / M$ e E_n (min.) $= 536\ (E_{\gamma 1} - E_{\gamma 2})^2 / M$ serão igualmente prováveis.

(2) Além da energia de recuo ter de ser superior à energia da ligação química, outras condições devem ser satisfeitas para que na prática se possa efectuar a separação química. (*a*) O nuclídeo radioactivo formado deve ficar num estado de valência diferente do do seu isótopo na molécula irradiada e a probabilidade de recombinação química deve ser muito pequena. (*b*) Não pode haver, senão em pequena escala, permutação

química. Para o caso do Br^{80}, por exemplo, a energia de recuo provocado por emissão γ é 0,016 ev (1) e, admitindo que todos os raios γ são inteiramente convertidos, a energia de recuo produzido por emissão de electrões de conversão interna é 0,26 ev (2), energia muito inferior à das ligações químicas ordinárias. O mecanismo do fenómeno é portanto outro.

Numerosos trabalhos, entre os quais os de Seaborg, Friedlander e Kennedy com os compostos gasosos $(C_2H_5)_2$ Te e $(C_2H_5)_2$ Zn, marcados com Te^{127} e Zn^{65} respectivamente, e os de Cooper, permitiram concluir que a separação química de isómeros nucleares se baseia na dissociação de moléculas contendo os isómeros, a qual é provocada por uma excitação electrónica elevada devida à perda de electrões de conversão.

Os electrões de conversão que acompanham geralmente a radiação γ na passagem do estado metaestável ao fundamental, observados em quase todos os casos de isomerismo nuclear, resultam da interacção directa entre as forças nucleares e os electrões orbitais (de preferência da camada K), sendo expulsos com uma energia cinética igual à do fotão menos a energia de ligação do electrão. Os lugares vagos, deixados na camada de electrões, são então preenchidos por electrões das camadas exteriores, fenómeno que é acompanhado pela emissão de radiação X ou de electrões de Auger. Estes são por sua vez capazes de dar início à série de fenómenos do preenchimento de vagas de electrões, descrita para os electrões da camada K, resultando daí a perda dum considerável número de electrões de valência e, consequentemente, a rotura da ligação química. A separação química do isómero no estado metaestável é assim possível de efectuar.

O elevado grau de excitação dos átomos ou radicais, nos sistemas químicos de átomos produzidos por reacções nucleares, confere-lhes contudo propriedades químicas pouco vulgares.

Devault e Libby, por exemplo, concluíram que cerca de 15 % das transições isoméricas observadas no Br^{80} resultam na perda de todos os electrões de valência; mais de 60 % na perda de quatro; menos de 10 % na perda de dois; e menos de 2 % na perda de apenas um. Admitiram ainda que a perda dum só electrão de valência não conduz, provàvelmente, à decomposição da molécula. Mais tarde, Hamill e Young demonstraram que pràticamente todas as transições isoméricas do Br^{80} provocam a rotura da ligação química. Trabalhos posteriores de determinação do rendimento da separação dos isómeros do Br^{80}, em fase líquida e gasosa, permitiram ainda concluir que a estabilidade da molécula mãe, depois dos seus átomos de bromo terem sofrido a transição isomérica, deve ser dependente não só da composição da molécula como também do estado do sistema.

Assim, embora fosse já demonstrado que a base do processo de separação de isómeros nucleares reside na dissociação das moléculas contendo os isómeros e que é provocada pela perda de electrões de conversão, convém notar que o mecanismo do fenómeno não foi ainda convenientemente esclarecido. Nas linhas que se seguem apresenta-se um resumo das ideias mais recentes sobre o assunto, compilado por Willard num artigo de revisão.

O Br^{80} de 4,4 h., ao perder electrões de conversão ou de Auger na passagem ao estado fundamental (Br^{80} de 18 min.), adquire uma carga positiva (1). E, se bem que a emissão de tais electrões não comunique ao átomo uma energia cinética de recuo suficientemente grande para se romper a ligação química, acontece normalmente que ele se separa da molécula ficando apto a reagir com outras moléculas do meio e formar novos compostos. Segundo Magee e Gurnee, (a) a carga positiva gerada pela perda de electrões pode conduzir a um estado polar da molécula, com a consequente dissociação atribuída a forças de Coulomb. Verificaram, porém, que os estados electrónicos mais baixos de moléculas simples HBr^{+x} podem ser estados homopolares, estáveis relativamente à dissociação em H^+ e $Br^{+(x-1)}$. (b) Aquele «ião complexo» pode

---

isotópica entre o nuclídeo radioactivo obtido num estado de valência determinado e o seu isótopo estável no estado de valência correspondente ao do composto irradiado.

(1) $E_n = 536 \times 0{,}049^2/_{80} = 0{,}016$ ev.

(2) $E'_n = 541\, E_e / M + 536\, E^2e / M = 541 \times 0{,}037 + 536 \times 0{,}037^2) / 80 = 0{,}26$ ev. Esta expressão deduz-se de modo análogo ao utilizado para a dedução da anterior, tendo-se em consideração neste caso as correcções relativistas. E_e é a diferença entre a energia do raio γ e a energia de ligação do electrão.

(1) Wexler e Davies obtiveram para carga do Br^{80} de 18 min. o valor médio + 10.

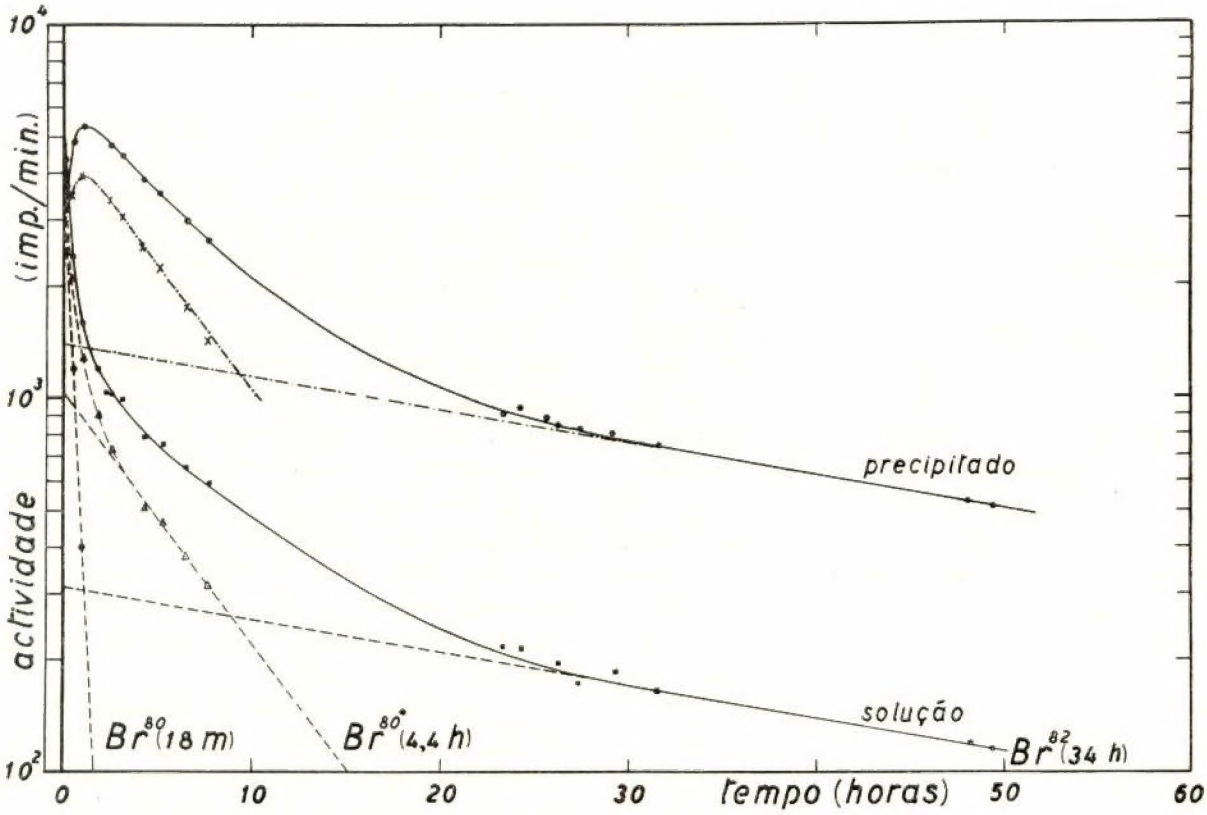


Fig. 2 — Curvas de decadência da actividade do precipitado e da solução

ser parcialmente neutralizado num choque com uma molécula neutra, transmitindo-lhe energia de excitação e energia cinética, a última das quais pode ser da ordem de dezenas de electrões volt. (c) Iões simples ou complexos, com energia proveniente do processo de transferência de carga, podem reagir com moléculas neutras.

3. Ensaio experimental

O método de separação dos isómeros do Br^{80}, que se apresenta, baseia-se na dissociação do complexo $[Re\overset{*}{Br}_6]^=$ marcado com Br^{80}. A separação consegue-se, precipitando-se o complexo com Cs^+, por exemplo, e separando o precipitado da solução residual, na qual se concentra o Br^{80} de 18 min. correspondente ao estado metaestável.

3.1. *Procedimento*

Preparou-se bromo radioactivo, mediante reacção de Szilard-Chalmers, irradiando num acelerador de cascata uma quantidade conveniente de bromofórmio com neutrões lentos e extraíndo o bromo radioactivo com BrH 3N também irradiado.

Dissolveram-se alguns cristais de $ReBr_6K_2$ na solução activa e, aproveitando a reacção de permutação isotópica $[ReBr_6]^= + Br^{*-} \rightleftarrows [ReBr_6{*}]^= + Br^-$ (1) prepararam-se cristais de $ReBr_6{*}K_2$ marcados com bromo radioactivo.

Lavaram-se estes cristais com ClH a 37 % e dissolveram-se em BrH 1,5N.

Depois de 3 horas, tempo suficiente para se estabelecer o equilíbrio radioactivo entre os isómeros do Br^{80}, precipitou-se o complexo $[ReBr_6{*}]^=$ com um excesso de solução de CO_3Cs_2 em BrH e separou-se o precipitado por filtração.

Dissolveu-se o precipitado numa solução de OHNa mais gotas de O_2H_2 e mediu-se a actividade da solução obtida, num contador Geiger de líquidos.

Mediu-se também a actividade da solução residual obtida na filtração.

---

(1) J. M. Peixoto Cabral, «Técnica» n.º 257, Dezembro, 1955.

J.M.Voith

— Turbinas hidráulicas, reguladores, bombas acumuladoras.

— Grelhas, comportas e válvulas.

— Máquinas para o fabrico de papel e cartão, desfibradores de madeira e instalações para produzir celulose.

— Turbo-transmissões e acoplamentos.

— Ventiladores axiais, grupos de refrigeração,

— Engrenagens de rodas dentadas.

— Propulsores marítimos Voith-Schneider.

Roda-motriz Francis de 34 000 CV.
Central da Bouçã — Hidroeléctrica do Zézere

A fábrica VOITH instalou em Portugal metropolitano e ultramarino, desde 1952, cerca de 200 000 CV de potência hidráulica, em 13 centrais hidroeléctricas equipadas com 19 turbinas.

Actualmente, os equipamentos hidro-mecânicos VOITH são construídos, na quase totalidade, com a colaboração da indústria nacional.

J.M.Voith G.m.b.H., Fábrica de máquinas, Heidenheim (Brenz)
Alemanha

Representantes: SOFOMIL — Rua Rodrigo da Fonseca, 77 — LISBOA

BATERIAS

Tudor

PORTUGAL

PILHAS SECAS

• A MARCA MAIS ANTIGA •
• A MELHOR QUALIDADE •
• O MENOR CUSTO •

3.2. *Resultados*

Representaram-se gràficamente as curvas de decadência da actividade das soluções obtidas. A actividade correspondente ao Br^{82} subtraiu-se da actividade total e determinaram-se os períodos de semi-desintegração dos isómeros (fig. 2).

Tendo em consideração as ideias sobre o mecanismo da separação de isómeros, já referidas, as seguintes hipóteses se podem admitir quanto ao modo como se realiza a dissociação do complexo $[ReBr_6^*]^=$: (*a*) poderá dissociar-se completa ou parcialmente; (*b*) poderão formar-se, por exemplo, complexos do tipo $[Re\ Br_5 . OH_2]^-$, ou $[Re\ Br_5\ OH]^=$, ou outros.

Não nos foi infelizmente possível obter resultados experimentais que permitissem uma interpretação quantitativa. Será procurada posteriormente.

BIBLIOGRAFIA

Nuclear Data, U. S. Department of Commerce. National Bureau of Standards, Circular n.º 499.

Bleuler, E. e Goldsmith, G. J., Experimental Nucleonics. New York, Rinehart & Company, Inc., 1952.

Friedlander, G. e Kennedy, J. W., Nuclear and Radiochemistry. New York, John Wiley & Sons, Inc., 1955.

Halliday, D., Introductory Nuclear Physics. New York, John Wiley & Sons, Inc., 2.ª ed. 1955.

Wahl, A. C. e Bonner, N. A., Radioactivity Applied to Chemistry. New York, John Wiley & Sons, Inc., 1951.

Willard, J. E., Rev. Nuclear Sci. 3: 193, 1953.

* * *

Agradece-se ao Dr. W. Herr, do Instituto Max Planck, que deu a ideia para a realização deste trabalho, a sua útil e amável orientação; e ao Prof. F. Paneth, director do mesmo Instituto, a gentileza de ter permitido a publicação dos resultados.

Quinto Congresso da Associação Internacional de Pontes e Estruturas

LISBOA — PORTO

25 de Junho a 2 de Julho de 1956

TEMAS E RELATORES

I — Solicitações das pontes e das estruturas
Relator-Geral: Senhor J. A. B. Carmona, Engenheiro Inspector Superior de Obras Públicas, Lisboa.

II — Placas, lages e paredes delgadas
Relator-Geral: Prof. Dr. P. Lardy, Zurich.

III — Construções metálicas soldadas
Relator-Geral: Senhor L. Grelot, Inspecteur Général des Ponts et Chaussées, Paris.

IV — Construções de aço e de ligas leves
Relator-Geral: Senhor John I. Parcel, St Louis, Mo.

V — Questões especiais relativas ao betão armado e pré-esforçado
Relator-Geral: Dr. E. Torroja, Madrid.

VI — Prâtica do betão armado e pré-esforçado
Relator-Geral: Prof. G. Wastlund, Stockholm.

VIDA ESCOLAR E ASSOCIATIVA

Visita de estudo dos finalistas do Curso de Engenharia Electrotécnica a fábricas e barragens do Norte do País

Acompanhados do Sr. Prof. Eng.º José do Nascimento Ferreira Dias Júnior foram, em Janeiro último, em visita de estudo ao Norte do País, os alunos do 6.º ano do Curso de Engenharia Electrotécnica do Instituto Superior Técnico.

A visita compreendeu duas partes, se bem que com afinidade, de características diferentes — fábricas e barragens.

Dentro da primeira parte, isto é, na visita a fábricas, tiveram os alunos a oportunidade de seguirem as diversas fases do fabrico de isoladores para linhas de alta tensão, na Empresa Electro Cerâmica e de ver os ensaios, mecânicos e eléctricos, a que são submetidos todos os isoladores, no Laboratório de Ensaios da Vista Alegre. Visitaram ainda as seguintes fábricas:

— Empresa Fabril de Máquinas Eléctricas.
— Sociedade de Obras e Projectos de Electricidade.
— Sociedade Nacional de Fundição Injectada.

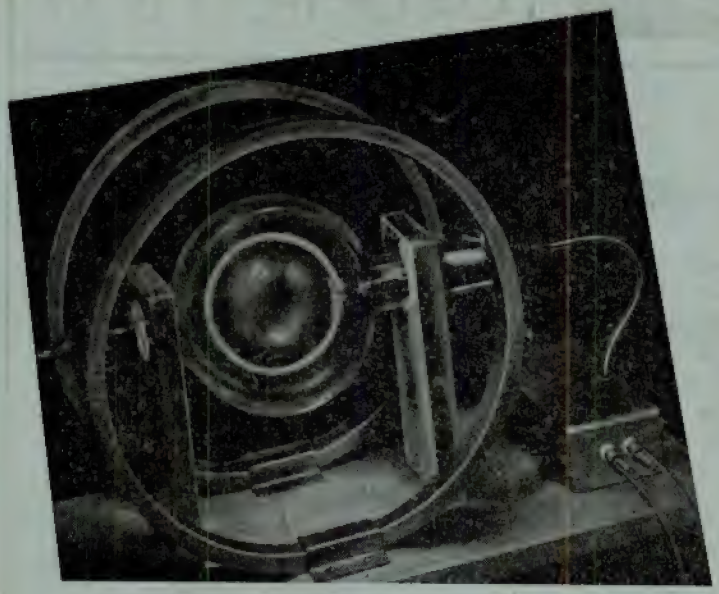
Nestas viram as diversas operações necessárias para a execução e montagem, respectivamente, de motores assíncronos e transformadores, de diverso material eléctrico, desde a simples aparelhagem miúda até quadros para centrais e disjuntores para alta tensão.

Na última das fábricas citadas observaram as máquinas e os moldes metálicos que permitem fazer a fundição do alumínio injectado.

Na segunda parte foram visitadas as centrais e sub-estações das barragens de Caniçada e Vila Nova, da Hidro Eléctrica do Cávado.

Não é demais salientar as vantagens que advém, aos estudantes de engenharia, das visitas de estudo que se lhes proporcionem durante os seus cursos, pois elas são um dos meios eficazes destes tomarem contacto com os grandes problemas da Indústria Nacional.

O Sr. Prof. Eng.º Ferreira Dias, engenheiros e alunos antes da visita a uma das fábricas de S. Mamede de Infesta



Tubo de feixe electrónico filiforme para determinação da carga específica e/m dos electrões.

LEYBOLD

Aparelhos de Física para ensino e investigação

LEYBOLD

Bombas, Aparelhos de medida e acessórios para vácuo elevado

LEYBOLD

Equipamentos de vácuo elevado para todos os processos modernos

MAIS DE 100 ANOS AO SERVIÇO DA CIÊNCIA E DA TÉCNICA

Na Exposição Técnica Alemã em Lisboa, que se realiza no I. S. T. de 25/3 até 8/4, encontrará V. Ex.ª uma selecção de aparelhagem LEYBOLD a que foi dado maior relevo aos aparelhos de demonstração para física atómica.

LEYBOLD

E. LEYBOLD'S NACHFOLGER KÖLN/BAYENTAL
BONNER STR. ALEMANHA

Representantes em Portugal

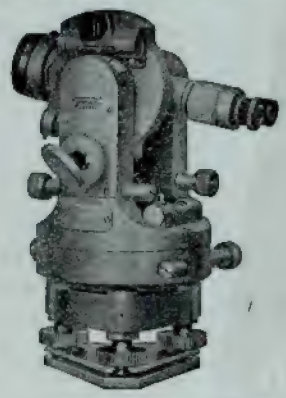
Sociedade Zickermann SARL
Rossio, 3
LISBOA

Para instalações de leofilização:

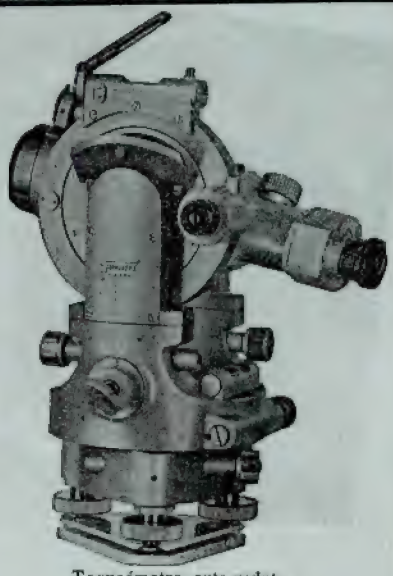
Sociedade Avanço L.da
Rua Ivens, 11
LISBOA

MATERIAL Fennel KASSEL TOPOGRÁFICO

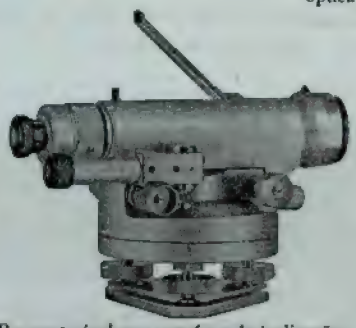
Teodolito de 8 cm, com leitura óptica dos 2 limbos



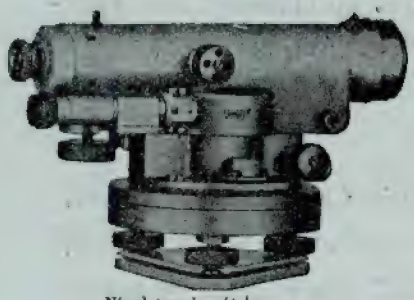
Teodolito de 9 cm, com leitura óptica dos 2 limbos



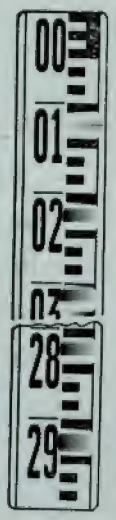
Taqueómetro auto-redutor

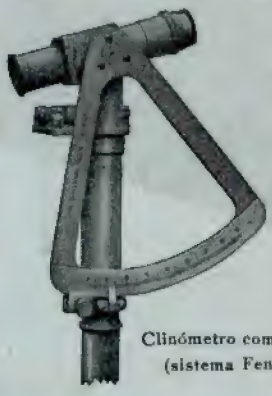


Pequeno nível com parafuso de inclinação



Nível taquiométrico

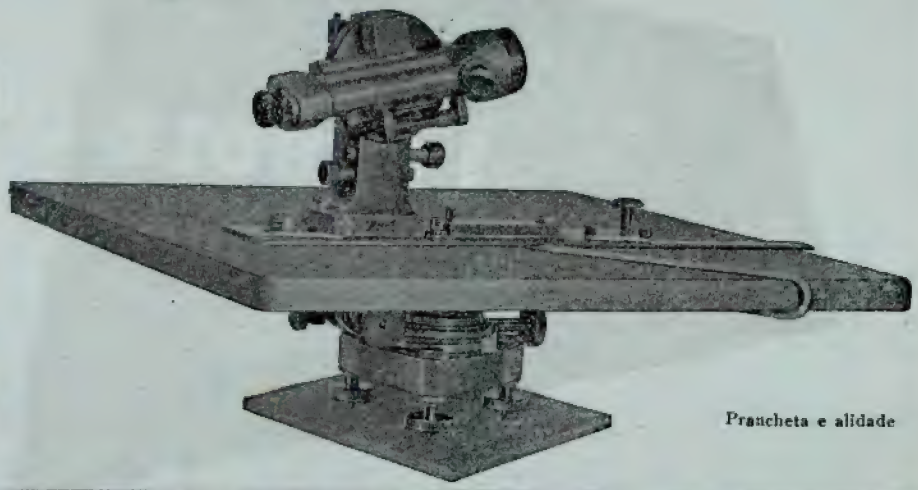




Clinómetro com sinal (sistema Fenel)

Tambor com fita de aço de precisão

Luneta para observação de deslocamento de barragens



Prancheta e alidade

REPRESENTANTES

PAPELARIA FERNANDES

145, R. do Ouro, 149 — LISBOA — Largo do Rato, 13

C. D. U. 532.543:518.4

Determinação gráfica de curvas de regolfo em canais prismáticos com caudal constante

POR CARLOS DE MEDEIROS PORTELA
Do Curso de Engenharia Electrotécnica

Indicou o Ex.mo Professor Engenheiro Alberto Abecasis Manzanares, no seu curso de Hidráulica Geral e Aplicada, a possibilidade da interpretação gráfica do seu método para determinação de curvas de regolfo, facto que nos levou a procurá-la.

Pela atenção que nos dispensou a propósito do referido estudo, queremos testemunhar ao ilustre Professor o nosso reconhecimento.

1) Apresentamos um processo gráfico de determinação de curvas de regolfo em canais prismáticos com caudal constante, baseado no estudo do regolfo apresentado pelo Prof. Eng.º Alberto Abecasis Manzanares em conferência realizada em 19 de Março de 1941 (1) e no seu curso de Hidráulica Geral e Aplicada (2).

Dispensamo-nos de repetir a discussão do domínio de legitimidade das hipóteses formuladas naquele estudo, que supomos conhecido.

Sejam, numa secção genérica definida pela distância s segundo o eixo do canal entre essa secção e uma outra tomada para origem:

- i — a inclinação do talvegue do canal, contada positivamente quando o nível deste decrescer para jusante
- I — a inclinação da superfície livre, contada positivamente quando o nível desta decrescer para jusante
- h — a altura da superfície livre, contada a partir do talvegue do canal
- Y — a altura da superfície livre, contada a partir dum plano horizontal
- Ω — a área da secção líquida
- R — o raio hidráulico
- Q — o caudal
- p — o perímetro molhado
- b — a largura superficial da corrente
- χ — o coeficiente duma expressão de perda de carga do tipo Chezi (1)
- X_u e X_c — os valores da grandeza genérica X respectivamente nos regimes uniforme e crítico

$$Z = \frac{\Omega^2 R}{\Omega_c^2 R_c}$$

$$A \begin{cases} = i\,(Z_u - 1) \text{ (2)} & \text{para } i \neq 0 \\ = \dfrac{Q^2}{\chi^2}\,\dfrac{1}{\Omega_c^2 R_c} & \text{para } i = 0 \end{cases}$$

Supõe-se designadamente:

a) O movimento gradualmente variado e o escoamento do tipo linear, hipótese que não é legítima da vizinhança do movimento crítico.

b) Desprezável o erro resultante de considerar simultâneamente

$$\frac{\chi_u^2}{\chi^2} = 1$$

e

$$\frac{b\,p_c}{b_c\,p} = 1 \quad ,$$

hipótese que pode conduzir a erros sensíveis se b for função decrescente de h.

É, nas condições referidas, válida a equação

$$I = \frac{A}{Z - 1}$$

(1) Publicada no Boletim da Ordem dos Engenheiros, n.º 57 (Setembro de 1941).

(2) «Hidráulica Geral e Aplicada», edição da A. E. I. S. T, 1951.

(1) Expressão do tipo $V = \chi\sqrt{RJ}$ sendo V a velocidade média e J a inclinação da linha de energia.

(2) Para i negativo, deve considerar-se em vez de Z_u o valor de Z_u do escoamento dirigido em sentido contrário ao considerado (sendo as restantes características idênticas) afectado do sinal menos.

e, supondo

$$\frac{1}{2} i^2 << 1, \quad (1)$$

é

$$\frac{dh}{ds} = i - I.$$

2) Considerem-se os eixos indicados na fig. 1 e em que são lineares as escalas de h e $\left(\frac{1}{I-i}\right)$, e tracem-se:

a) No sistema de eixos $[h,Z]$ a curva representativa da função $f\ (h,Z) = 0$;

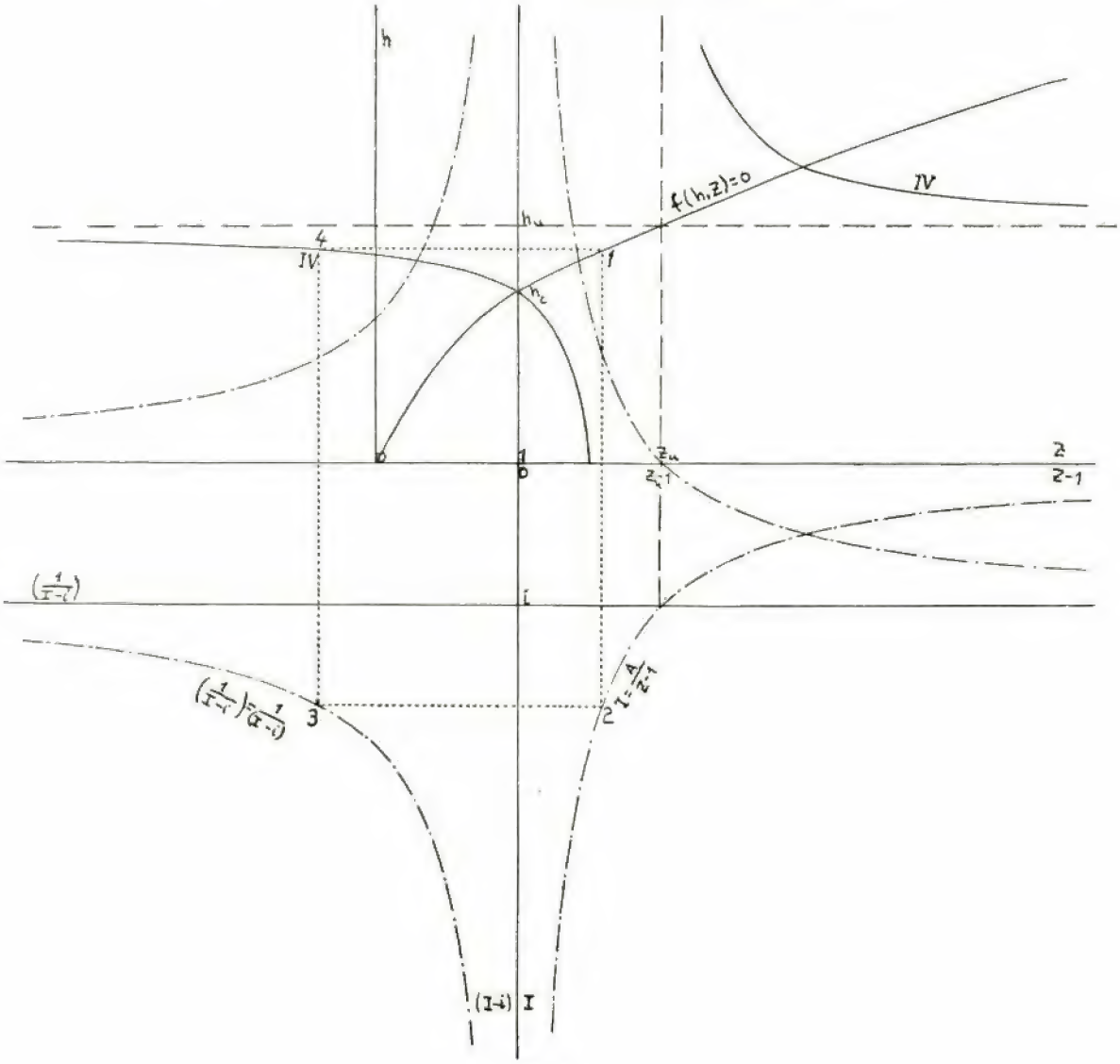


Fig. 1

Supomos conhecidas as características do canal e o caudal escoado, o que nos permite determinar as características do regime crítico e do regime uniforme e a função $f\ (Z,h) = 0$ (2).

b) No sistema de eixos $[(Z-1), I]$, a curva representativa da função $I = \frac{A}{(Z-1)}$;

c) No sistema de eixos $\left[(I-i), \left(\frac{1}{I-i}\right)\right]$ a curva representativa da função

$$\left(\frac{1}{I-i}\right) = \frac{1}{(I-i)}.$$

(1) Quando tal se não verificar deverá considerar-se um coeficiente $\theta = \cos \text{arc tg } i$.

(2) Esta função pode ser obtida a partir de $\Omega = f\ (h)$ e $R = f\ (h)$

Traçando paralelas aos eixos (construção 1, 2, 3, 4) obtenham-se pontos da curva IV representativa da função $f\left(\frac{1}{I-i}, h\right) = 0$, em número suficiente para a traçar.

É

$$\frac{ds}{dh} = -\frac{1}{I-i}$$

e portanto

$$s - s_0 = -\int_{h_0}^{h} \frac{dh}{I-i}$$

Como vimos $\frac{1}{I-i} = f(h)$ é representada pela curva IV e portanto a curva representativa da função $f(s, h) = 0$ pode ser obtida integrando IV (relativamente ao eixo dos h h) com um intégrafo, ou gràficamente pelo processo a seguir indicado (fig. 2).

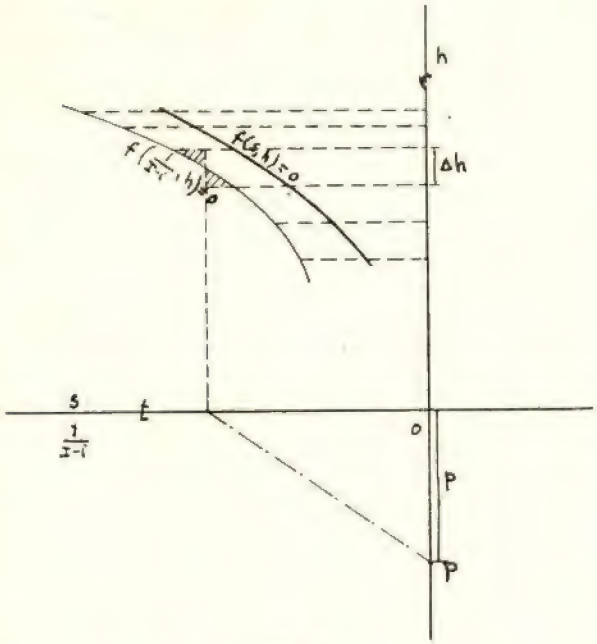


Fig. 2

Seja um polo P, situado na recta r de equação $\left(\frac{1}{I-i}\right) = 0$ e à distância p unidades gráficas de intersecção de uma perpendicular t a r com r, e colocado relativamente a t em posição dependente dos sentidos de crescimento de $\left(\frac{1}{I-i}\right)$ e h. Divida-se o domínio de variação de h em intervalos Δh (tanto menores quanto maior for $\frac{d}{dh}\frac{ds}{dh}$, e que podem corresponder a acréscimos de h diferentes). Avalie-se o valor médio de $\frac{ds}{dh}$ em cada um destes intervalos e transporte-se esse valor para a recta t, por meio de uma paralela a r.

A partir de uma origem arbitrada correspondente à condição limite estabelecida, tracem-se nos intervalos Δh segmentos consecutivos paralelos às rectas definidas por P e pelos pontos de t correspondentes aos intervalos considerados. Os vértices da poligonal obtida definem a curva representativa da função $f(s, h) = 0$.

Pode obter-se directamente a curva representativa da superfície de regolfo referida a uma horizontal, se nos eixos $[s, h]$ (e nas respectivas escalas) se considerar a recta t com uma inclinação i e se se marcar h a partir de uma paralela a t e paralelamente a r, como se indica na fig. 3.

Nesta, em que se representa a construção para o intervalo Δh_i, é $AB // PQ$ e as áreas S_1 e S_2 iguais, sendo a construção evidente em face da figura.

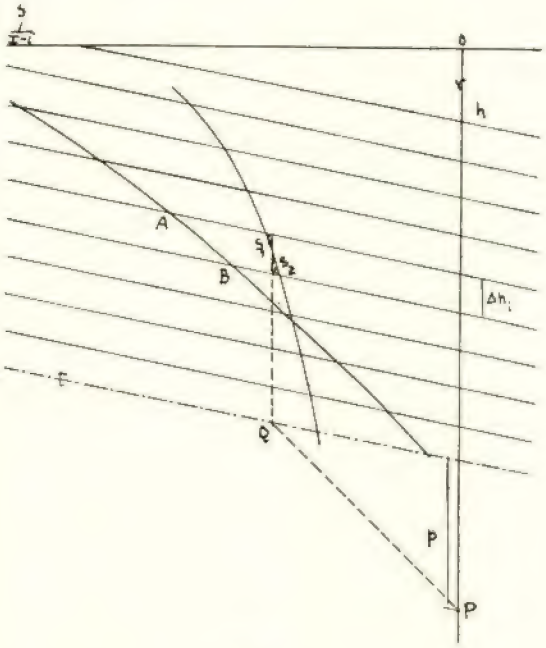


Fig. 3

3) *Escalas*

Só as escalas correspondentes a h e $\left(\frac{1}{I-i}\right)$ devem ser lineares, podendo as restantes seguir qualquer outra lei.

Seja :

$\Delta h = 1$ unidade de comprimento $<>$ n_1 unidades gráficas

$\Delta \left(\frac{I}{I-i}\right) = 1 <> n_2$ unidades gráficas

Será :

$\Delta s = 1$ unidade de comprimento $<> \frac{n_1 n_2}{p}$ unidades gráficas.

4) É possível fazer coincidir as curvas de equações

$$\left(\frac{1}{I-i}\right) = \frac{1}{(I-i)}$$

e

$$I = \frac{A}{Z-1}$$

utilizando para $(Z-1)$ e $\left(\frac{1}{I-i}\right)$ escalas na relação $\frac{A}{1}$ e fazendo, em vez da construção 1, 2, 3, 4 da figura 1, por exemplo a construção 1, 2, 2', 3', 3, 4 da figura 4. Nesta marcaram-se I e $(I-i)$ em eixos paralelos e escalas lineares tomando para origens pontos definidos por uma mesma perpendicular, sendo a inclinação dos segmentos paralelos 2' 3' tal que os valores de I definido por 2' e de $(I-i)$ definido por 3' difiram de i.

Representando, nos domínios que interesse estudar, $Z-1$ e I em escalas logarítmicas, a função $I = \frac{A}{Z-1}$ será representada por uma

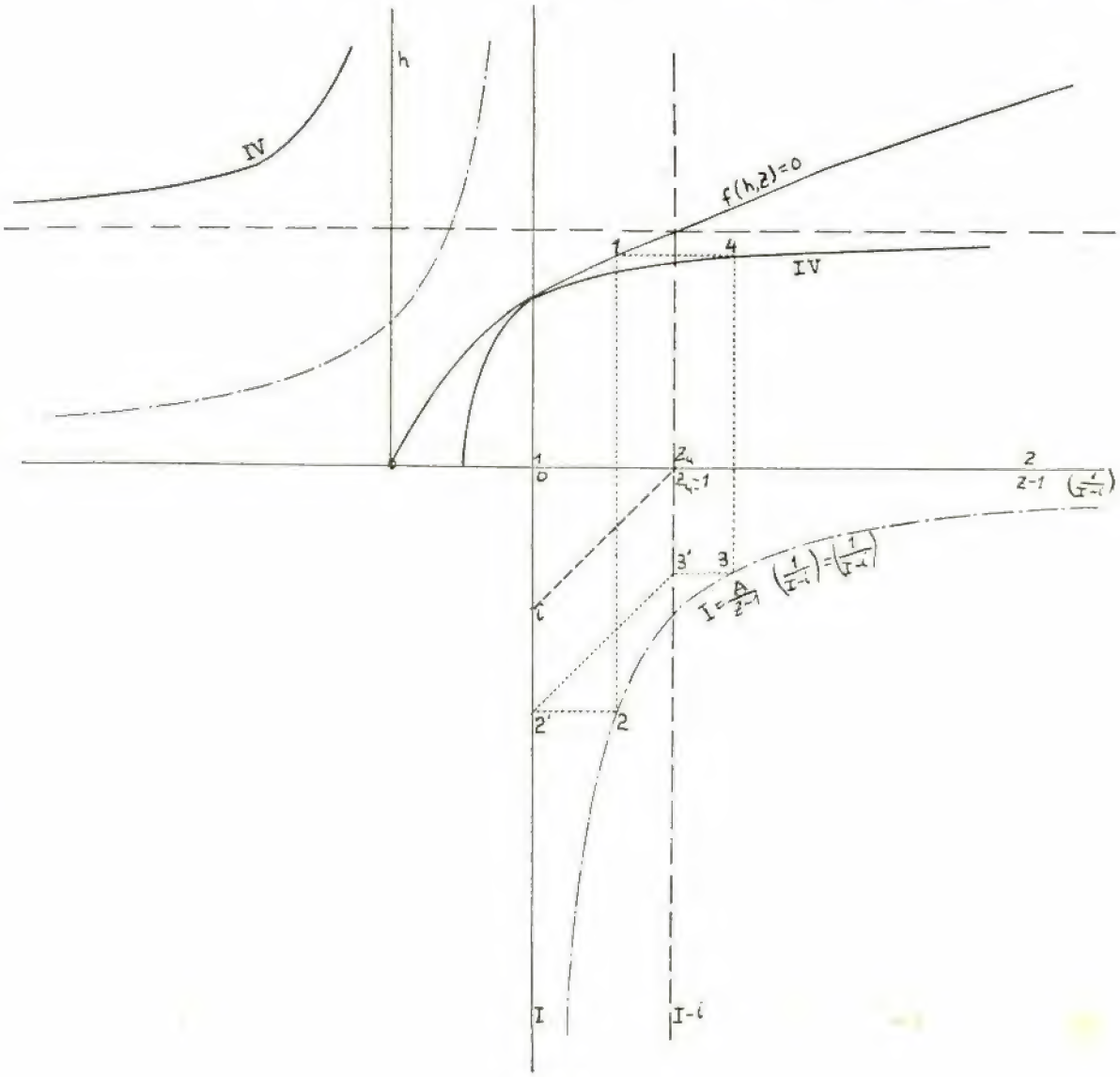


Fig. 4

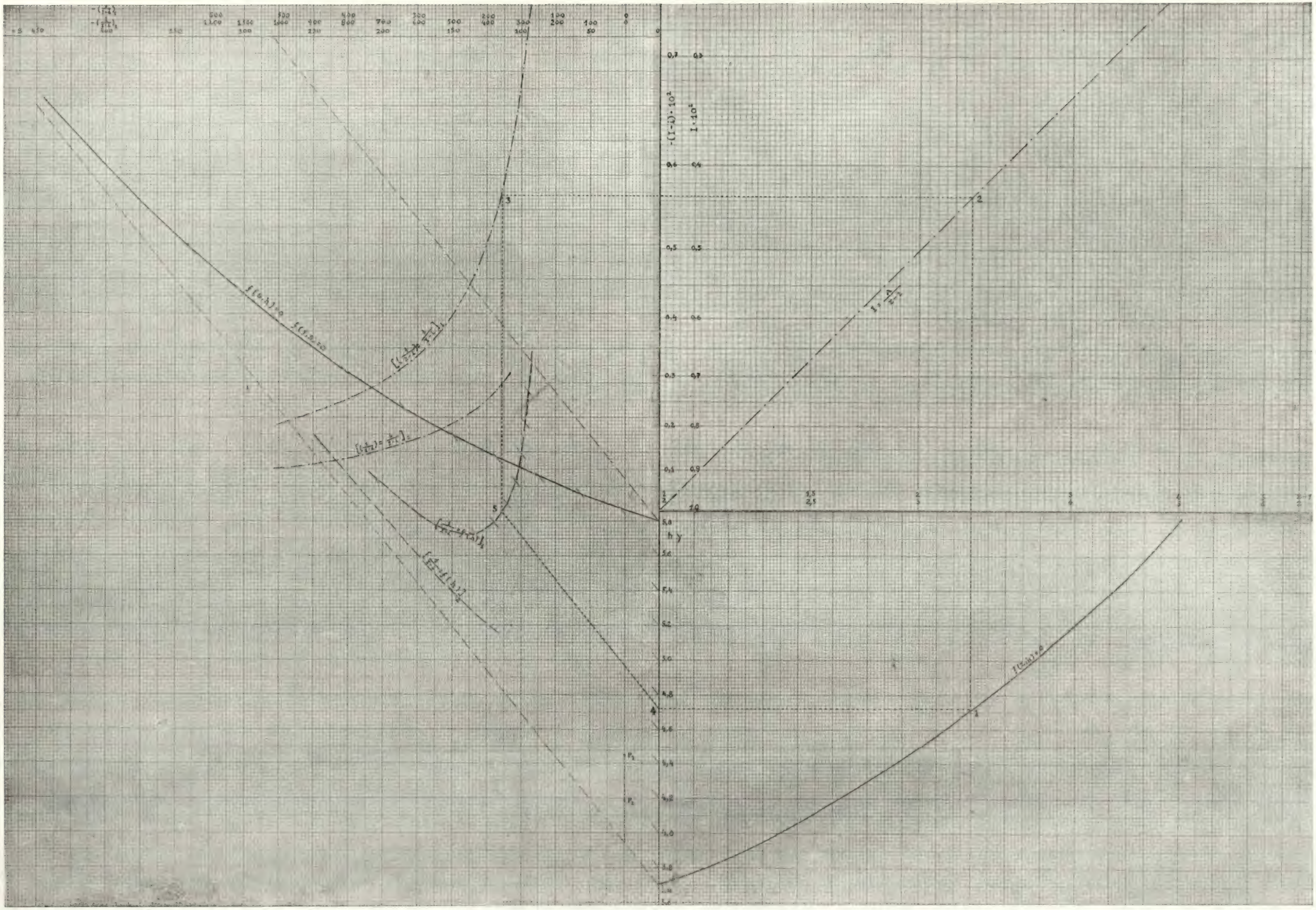


Fig. 5

recta podendo ser traçada a partir de apenas dois dos seus pontos.

Podem utilizar-se, num mesmo traçado, diferentes escalas para $\left(\frac{1}{I-i}\right)$, desde que se use um polo para cada escala, por forma que seja constante a relação $\frac{p}{n_2}$.

5) *Exemplo:*

Na figura 5 exemplifica-se a determinação da curva de regolfo num canal em que $i = 0{,}010$, a função $f(Z, h) = 0$ corresponde à curva indicada, $Z_u = 2{,}00$, $h_u = 3{,}70$ unidades e a altura inicial imposta numa secção do canal é 5,80 unidades, sendo portanto superior à altura crítica. Trata-se de um regime comandado por jusante tendendo a altura assintòticamente para a altura uniforme para montante.

A obtenção da curva representativa de $h = f\left(\frac{1}{I-i}\right)$ corresponde à construção 1, 2, 3, 4, 5 em que há apenas a notar que $\overline{45}$ é paralelo à recta t paralela à recta representativa do talvegue

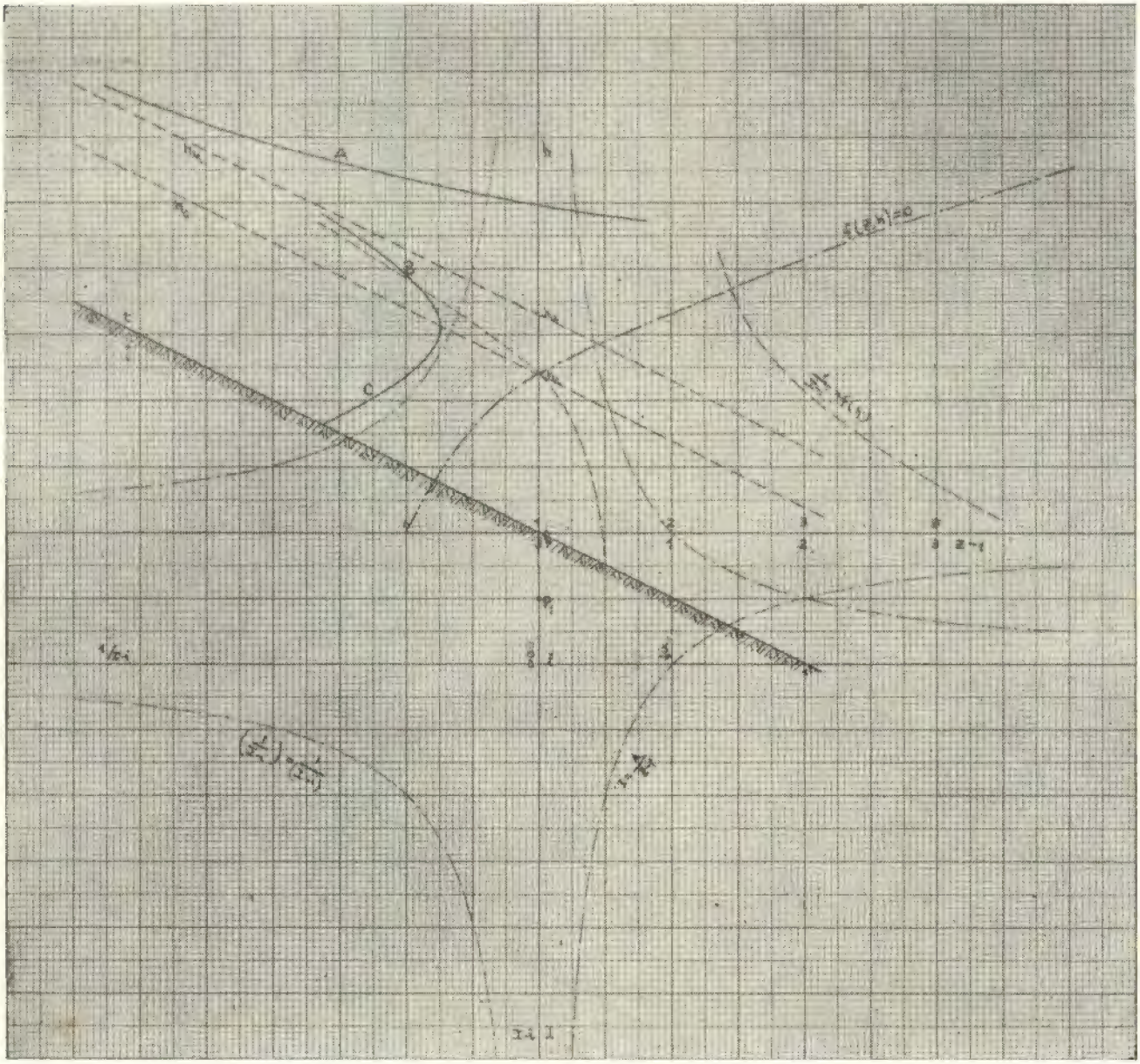


Fig. 6

do canal nas escalas de *s* e *h*. Utilizaram-se para a curva representativa de $I = \frac{A}{Z-1}$ escalas logarítmicas e duas escalas para $\left(\frac{1}{I-i}\right)$, a que correspondem os polos P_1 e P_2.

6) *Discussão :*

A discussão dos vários casos possíveis da curva de regolfo pode ser feita a partir da construção gráfica. Por as conclusões serem evidentemente análogas às da discussão feita por via analítica (1) fazêmo-la apenas resumidamente, Supomos que Z é função crescente de h.

I — Seja $h_u > h_c$

Na figura 6 indicam-se as várias hipóteses possíveis, que são:

a) Altura superior à uniforme (curva A). A altura da superfície livre aumenta para jusante. tendendo assintòticamente para a altura correspondente ao regime uniforme para montante.

(1) «Hidráulica Geral e Aplicada» — Prof. Eng.º Alberto Abecasis Manzanares.

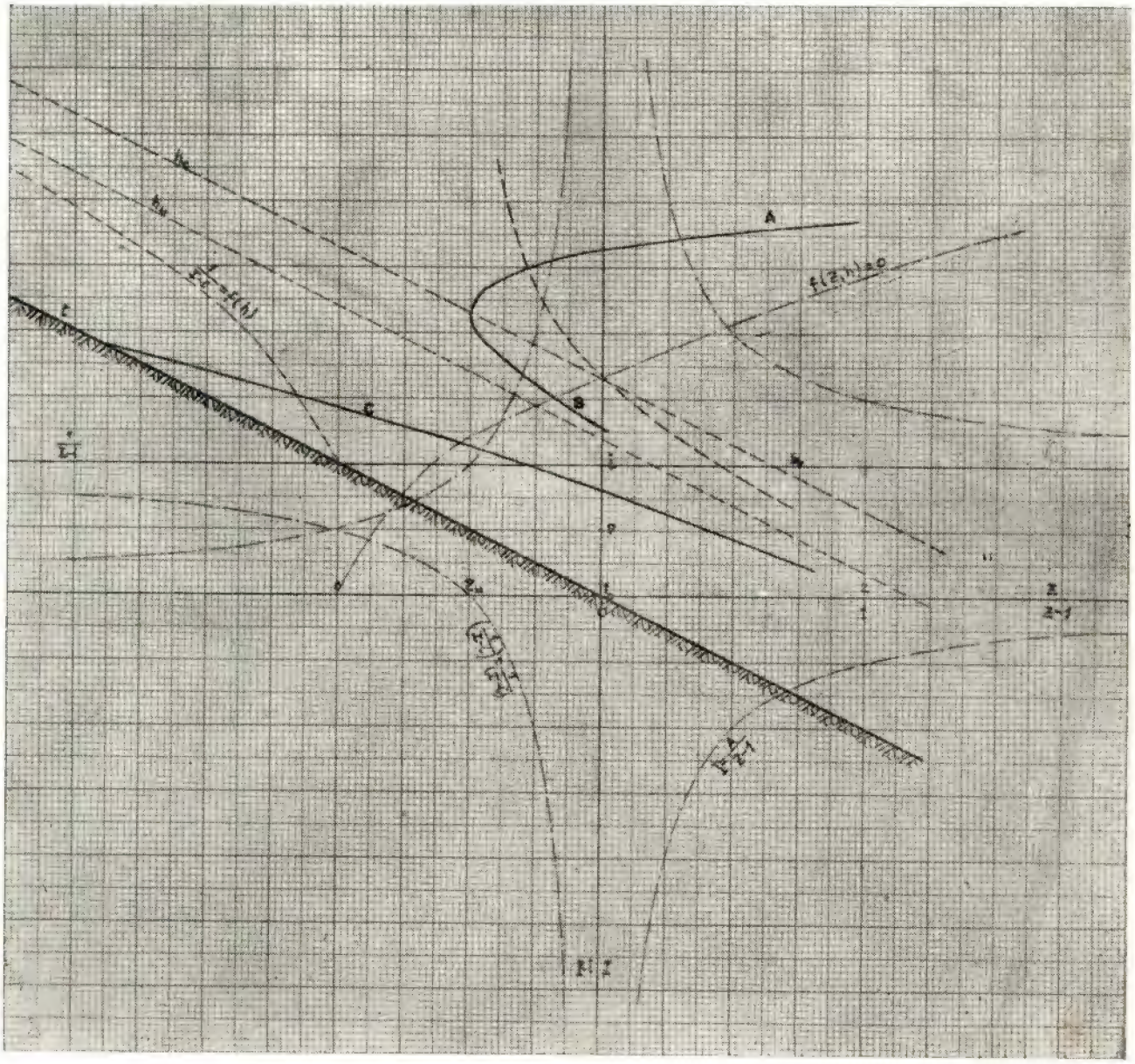


Fig. 7

É interessante verificar que a relação entre p e as escalas de h, s e $\left(\frac{1}{I-i}\right)$ implica que a superfície livre tenda assintòticamente para a horizontal a jusante.

b) Altura compreendida entre h_u e h_c (curva B). A altura tende assintòticamente para h_u para montante e a jusante a superfície livre tenderia segundo as equações que temos considerado, a tornar-se vertical.

Por este facto, na vizinhança da altura crítica não são verificadas as hipóteses feitas, o que implica, neste caso, a não validade das conclusões, como se justifica fàcilmente.

c) Altura inferior a h_c (curva C). A altura aumenta para jusante e na vizinhança da altura crítica a superfície livre tenderia também a tornar-se vertical. Não são, por motivos idênticos aos da alínea anterior, válidas as conclusões obtidas.

A relação entre as escalas implica que a inclinação superficial seja negativa.

II — Seja $h_u < h_c$.

Na figura 7 indicam-se as várias hipóteses possíveis, que são:

a) Altura superior à crítica (curva A). A altura aumenta para jusante, tendendo a superfície livre assintòticamente para a horizontal. A montante a superfície livre tenderia a tornar-se vertical.

b) Altura compreendida entre h_c e h_u (curva B). A jusante a superfície livre tende assintòticamente para a correspondente ao movimento uniforme. A montante, a superfície livre tenderia igualmente a tornar-se vertical.

c) Altura inferior a h_u (curva C). A jusante, a altura tende assintòticamente para h_u^*. Da construção e relação entre as escalas, resulta que a inclinação da superfície livre é positiva.

Nos casos II-a) e II-b) e na vizinhança do regime crítico, não são válidas as hipóteses formuladas, anàlogamente ao que acontece nos casos I-b) e I-c).

Comissão Internacional das Irrigações e Drenagem

Em complemento à notícia publicada no número de Novembro de 1955, informamos que os títulos dos trabalhos (Relatórios ou Comunicações) a serem apresentados no referido Congresso assim como o número de páginas devem ser apresentados e que a entrega desses trabalhos se deve fazer na data de 31 de Julho p. f.

DO MUNDO TÉCNICO

REVISTA DAS REVISTAS

C. D. U. 621.313.32.011.3

As reactâncias e outras constantes da máquina síncrona

Por Th. Laible
Bulletin Oerlikon, n.º 300

A natureza e as principais utilizações das várias reactâncias e constantes de tempo das máquinas síncronas estão expostas claramente e são dados alguns valores numéricos.

* * *

1. Introdução

Na literatura técnica actual, regista-se um tão grande número de reactâncias diferentes para as máquinas síncronas, que os técnicos não especializados têm alguma dificuldade em as distinguir. No que se segue, propõe-se explicar a natureza física destas várias reactâncias, evitando tanto quanto possível recorrer a considerações teóricas (1). Terminaremos por alguns exemplos de utilização prática destas reactâncias.

2. Lista e designações das várias constantes

Para começar, daremos a lista das *constantes* e os seus *símbolos* usuais:

Reactâncias:

Reactância síncrona longitudinal	X_d
Reactância síncrona transversal	X_q
Reactância transitória (em inglês: *transient reactance*; em alemão: *Uebergangsreaktanz*)	X'_d
Reactância subtransitória longitudinal	X''_d
Reactância subtransitória transversal (em inglês: *subtransient reactance*; em alemão: *Stossreaktanz* ou *Anfangsreaktanz*)	X''_q
Reactância inversa (em inglês: *negative-sequence reactance*; em alemão: *Gegenfeldreaktanz* ou *inverse Reaktanz*)	X_2 (ou X_i)
Reactância homopolar (em inglês: *zero-sequence reactance*; em alemão: *Nullreaktanz*)	X_o
Reactância de Potier	X_p
Reactância de fugas do induzido	X_σ
Reactância equivalente	X_{eq}
Reactância pendular	X_∞ (2)

Constantes de tempo:

Constante de tempo do indutor	T'_{do}
Constante de tempo transitória	T'_d
Constante de tempo subtransitória longitudinal	T''_d
Constante de tempo subtransitória transversal	T''_q
Constante de aceleração	T_a
Constante de inércia	H

3. A máquina sem amortecedor

3/1. As reactâncias síncronas

As fig. 1 e 2 representam esquemàticamente, em corte, os dois modos de construção mais importantes de máquinas síncronas. O *indutor liso* (fig. 1) só é pràticamente utilizado para máquinas bipolares. Todas as máquinas com um número de pólos mais elevado são

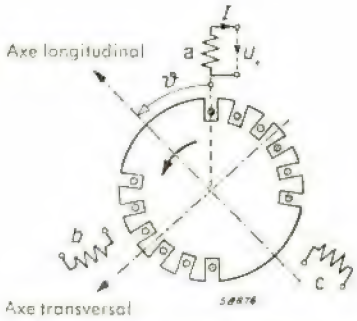


Fig. 1 — Roda polar dum turbo-alternador bipolar (de rotor liso).

a, b, c — fases do estator
ϑ — ângulo eléctrico entre a fase de referência a e o eixo longitudinal da roda polar

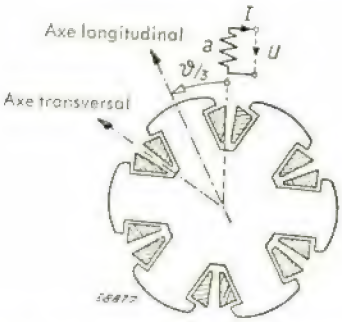


Fig. 2 — Roda polar duma máquina síncrona de pólos salientes, por exemplo, de seis polos.

(1) Um estudo teórico detalhado foi objecto duma obra do autor, aparecida recentemente em língua alemã [B 1].

(2) Este símbolo é uma proposta provisória do autor; não existe ainda símbolo reconhecido.

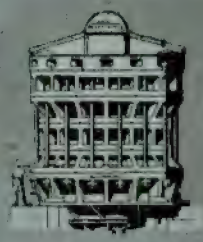
A RODA DO MUNDO... OS SINAIS DA QUALIDADE SUPERIOR

MAQUINARIA NORDBERG

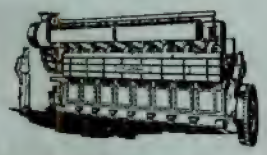
Fabricada para o servir melhor

— durar mais tempo

No último meio século, a Nordberg tornou-se conhecida no mundo inteiro como fabricante de primeira ordem de maquinaria de confiança. Em todas das muitas indústrias que a Nordberg serve, podem ter a certeza que os nomes Nordberg e Symons são sempre o símbolo da melhor qualidade . . . segurança . . . eficiência. **Peça mais informações.**

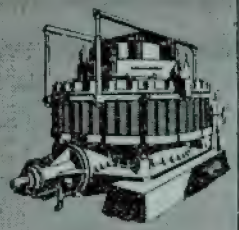


BRITADEIRAS PRIMÁRIAS SYMONS para grande rendimento nos minérios e outros minerais industriais. Fabricados em tamanhos de 30" a 72" (entrada).

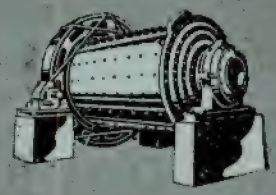


MOTORES NORDBERG — para fuel-oil, Duafel e gás natural. Fabricados em tamanhos desde 10 até mais de 12.000 HP para atender pràticamente a todas as exigências de potência.

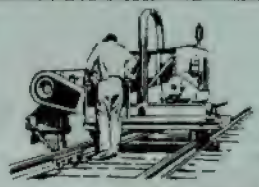
BRITADEIRAS CÔNICAS SYMONS — «padrão do mundo» para todas as necessidades de britagem fina. Construidas com cabeças de diâmetro de 22" a 7", numa vasta gama de capacidades.



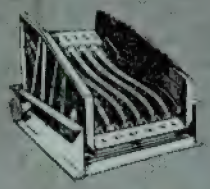
ELEVADORES DE MINAS — para transporte de minério e homens em minas de carvão e outras de grande produção.



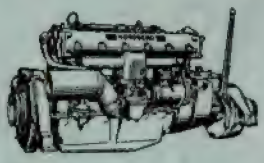
REBOLOS DE CAIXA e outras máquinas para trabalho básico de minérios em geral.



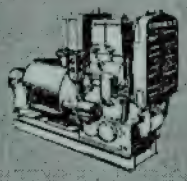
MAQUINARIA DE ALTA QUALIDADE PARA CONSERVAÇÃO DE MATERIAL FERROVIÁRIO — numa vasta gama destinada à conservação económica e eficiente de material ferroviário.



SEPARADORAS CRIVOS VIBRÁTEIS SYMONS — para todas as operações a seco ou em banho.



MOTORES NAVAIS A GASOLINA de 60 a 155 HP, para barcos de pesca, reboques e barcos de recreio.



GERADORES ENCORPORADOS DE 10 a 45 HP — 6 a 30 K.W. para gerar electricidade, motobombas e outras aplicações directas de energia.

SYMONS — MARCA REGISTADA DE NORDBERG — CONHECIDA NO MUNDO INTEIRO

NORDBERG MFG. CO., Milwaukee, Wisconsin, U.S.A. END TELEG : **NORDBERG**

LONDON 19 Curzon St., W.I. — **JOHANNESBURG** 42 Marshall St. — **MEXICO, D. F.** Dolores 3

Representada nas principais Áreas Comerciais do Mundo Inteiro

XAP156 P

RÉGUAS DE CÁLCULO

FABRICO ALEMÃO

Numa grande variedade de sistemas em modelos de bolso, escritório e de parede.

As réguas de cálculo **ARISTO** são precisas, resistentes, práticas e duma concepção completamente diferente de todas as outras. Escreva a pedir preços e catálogos aos

Representantes exclusivos para Portugal:

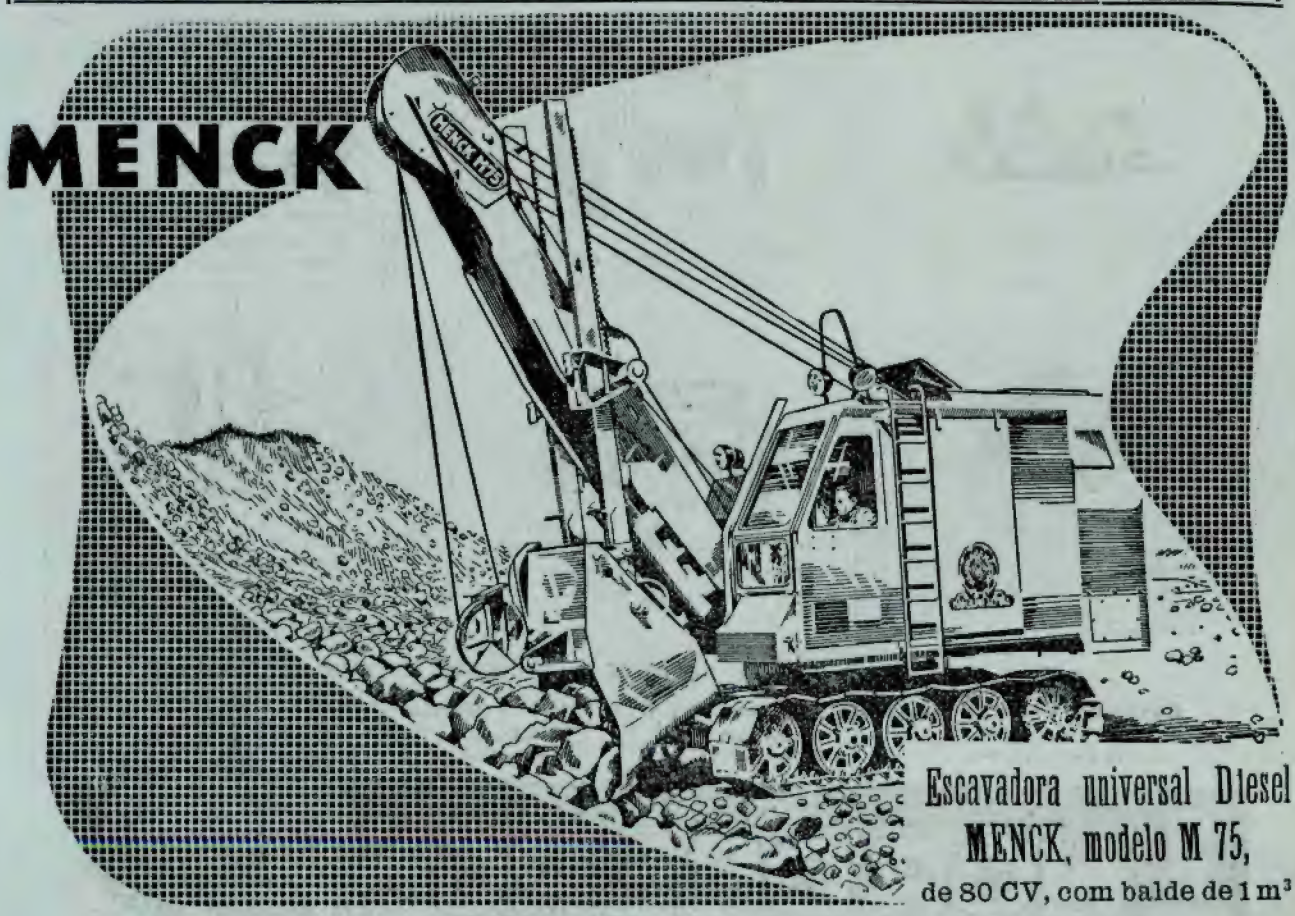
EMÍLIO DE AZEVEDO CAMPOS & C.A, L.DA

CASA FUNDADA EM 1854

Sede: R. de Santo António, 137 — PORTO
Telef. 20254/5

Filial: R. Antero de Quental, 17 — LISBOA
Telef. 53366

ARISTO



Escavadora universal Diesel MENCK, modelo M 75, de 80 CV, com balde de 1 m³

Representantes em Portugal:

Sociedade Michaëlis de Vasconcellos, L.da
PORTO — Praça da Liberdade, 114

Eng.º J. E. Michaëlis de Vasconcellos
LISBOA — R. Fialho de Almeida, 1

de pólos salientes (fig 2). Quando a roda polar se desloca dum par de pólos os fenómenos repetem-se exactamente da mesma maneira, por isso o ângulo ϑ entre o eixo polar e o eixo do estator é medido de preferência em *ângulo eléctrico*, isto é, igual a p vezes o ângulo geométrico ou mecânico (para uma máquina de $2p$ pólos).

Alimentemos só uma das fases do estator com uma corrente alternada, medindo as reactâncias aos terminais desta fase, para diversas posições do rotor parado, estando o enrolamento de excitação do rotor em circuito aberto. Obteremos as curvas da fig. 3. A reactância apresenta o seu valor máximo X_d quando o eixo do enrolamento do rotor coincide com o do estator e o seu valor mínimo X_q quando o eixo interpolar coincide com o eixo do estator, isto é, quando o eixo do rotor é perpendicular ao eixo do enrolamento do estator. A primeira destas posições é chamada posição longitudinal, e o eixo correspondente do rotor é o eixo longitudinal d (em inglês: «direct axis»; em alemão: «Längsachse»), enquanto que o correspondente à outra posição é o eixo transversal q (em inglês: «quadrature axis»; em alemão: «Querachse»).

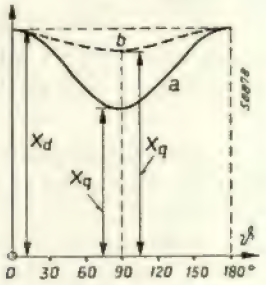


Fig. 3 — Reactância síncrona em função da posição da roda polar.

Curva a: indutor de pólos salientes
Curva b: indutor liso (turbo-alternador)

A diferença de valor das duas reactâncias provém de que o entre ferro efectivo é maior na posição transversal do que na posição longitudinal. No caso do indutor liso, as cavas para alojamento do enrolamento de excitação aumentam o entre-ferro efectivo. Esta influência não é muito grande, obtendo-se neste caso $X_q \simeq 0{,}9\, X_d$. Pelo contrário, para as máquinas de pólos salientes, o espaço entre os pólos representa um acréscimo bastante mais importante do entre-ferro, de modo que se obtém, segundo a forma da expansão polar, $X_q = 0{,}5$ a $0{,}7\, X_d$.

3/2. A reactância transitória

Coloquemos agora o enrolamento de excitação em curto-circuito. Na posição transversal não haverá nenhuma alteração, em relação ao caso anterior, visto que o enrolamento em curto-circuito tem o seu eixo perpendicular ao eixo do enrolamento do estator. Já na posição longitudinal, obtém-se um valor X'_d que é nìtidamente mais pequeno que o obtido no caso anterior do circuito aberto (fig. 4).

Na posição longitudinal da roda polar, podemos considerar a máquina síncrona como um transformador em curto-circuito (fig. 6). X'_d é, de certo modo, a reactância de curto-circuito deste transformador, enquanto que X_d é a sua reactância em vazio.

Tem-se:

$X'_d = 0{,}12$ a $0{,}15\, X_d$ para as máquinas de indutor liso
$X'_d = 0{,}20$ a $0{,}25\, X_d$ para as máquinas de pólos salientes

Chamamos X_d e X_q as reactâncias síncronas, X'_d a reactância transitória, por razões que aparecem nos parágrafos seguintes.

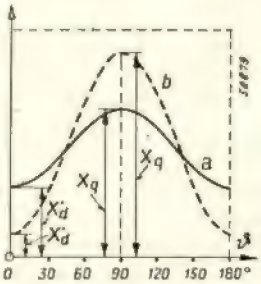


Fig. 4 — Reactância transitória em função da posição da roda polar.

Curva a: indutor de pólos salientes
Curva b: indutor liso (turbo-alternador)

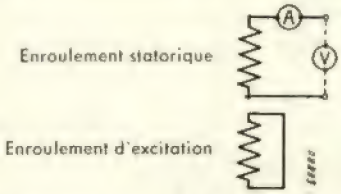


Fig. 5 — Esquema equivalente do eixo longitudinal sem amortecedor.

3/3. Valores relativos (por unidade)

Quando as medições que acabamos de mencionar são aplicadas a uma máquina real [B 5, 6, 7], obtemos para X_d, X_q e X'_d valores em ohms por fase, que diferem consideràvelmente segundo a potência e a tensão da máquina. Para facilitar as comparações, prefere-se relacionar estes valores com a impedância nominal Z_n da máquina.

$$\left(Z_n = \frac{\text{Tensão nominal por fase}}{\text{Corrente nominal}}\right)$$

Multiplicamos então a rectância, em ohms por fase, pela corrente nominal e dividimos pela tensão nominal por fase. Estes valores podem indicar-se quer em %, como se faz há muito tempo para a reactância de curto-circuito dos transformadores, quer de preferência em fracções da unidade, porque com as % arriscamo-nos fàcilmente a cometer erros. Para uma certa máquina síncrona, indicaremos então, por exemplo:

$X_d = 120\,\%$; $X_q = 75\,\%$; $X'_d = 30\,\%$

ou

$X_d = 1{,}20$; $X_q = 0{,}75$; $X'_d = 0{,}30$ por unidade

O valor numérico de X_d por unidade pode igualmente exprimir-se sob a forma $X_d = {}^{I_{ec}}/_{I_{e\delta}}$, isto é, como a relação entre a corrente de excitação que dá a corrente nominal em curto-circuito e a corrente de excitação que corresponde à tensão nominal na recta do entre-ferro (fig. 15 e 16). A relação ${}^{I_{eo}}/_{I_{e\delta}}$ entre a corrente de excitação real para a tensão nominal e a corrente de excitação nominal em curto-circuito é chamada «relação de curto-circuito». A reactância síncrona longitudinal é então um pouco maior (1,1 a 1,2 vezes) que o inverso da relação de curto-circuito.

3/4. Comportamento da máquina síncrona em regime síncrono

Quando as correntes dum sistema trifásico simétrico circulam nas três fases do enrolamento do estator, dão origem a um campo girante, que se desloca à velocidade síncrona $n = \frac{60.f}{p}$. Dado que em regime não perturbado a roda polar gira a esta mesma velocidade, ela está em repouso em relação ao campo girante, de modo que não é induzida nenhuma corrente no enrolamento de excitação (nem noutros enrolamentos que possam envolver a roda polar). Têm então lugar as reactâncias X_d e X_q, donde a designação de «reactâncias síncronas». Segundo o estado de carga da máquina, a posição da roda polar varia em relação ao campo girante resultante (fig. 6). Podemos decompor este campo num campo longitudinal (no eixo longitudinal) e num campo transversal (no eixo transversal).

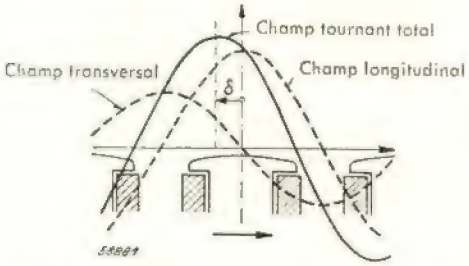


Fig. 6 — Decomposição do campo girante total no campo longitudinal e no campo transversal.
δ — Ângulo entre o eixo dos pólos e o do campo girante total

No caso de carga puramente reactiva da máquina só existe o campo longitudinal; o ângulo δ entre o campo e o eixo polar é nulo. Quando a carga activa aumenta, o ângulo δ aumenta sem todavia ultrapassar 20°, aproximadamente, a plena carga na maioria dos casos. A fig. 6 representa o caso do funcionamento como gerador; a roda polar está avançada em relação ao campo girante. No caso do funcionamento como motor sucede ao contrário.

3/5. Comportamento durante uma variação rápida de carga

O campo longitudinal está ligado com o enrolamento de excitação. Em serviço, este enrolamento está fechado pelo enrolamento da excitatriz, o que equivale pràticamente a um curto-circuito. Assim, a maior parte do campo longitudinal não pode variar imediatamente durante uma variação rápida de carga (por exemplo, em seguida ao ligar ou desligar dum potente consumidor da rede). Este campo é mantido, apesar da modificação da corrente do estator, por uma corrente correspondente no enrolamento de excitação. Nota-se então em primeiro lugar uma certa f. e. m. interna E', que se obtém no diagrama vectorial (fig. 7) adicionando à tensão inicial U_1 a queda de tensão devida à corrente inicial I_1 na reactância X'_d. Esta f. e. m., sendo mantida durante um breve instante, determina a tensão aos terminais U_2 imediatamente após a variação de carga, deduzindo de E' a queda de tensão devida à nova corrente I_2 em X'_d. A primeira variação de tensão é então $\Delta V = \Delta I \cdot X'_d$.

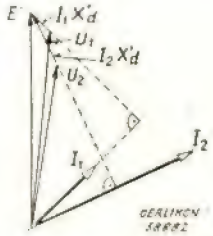


Fig. 7 — Diagrama vectorial para determinação da variação de tensão durante uma variação de carga.

A reactância X'_d apresente-se pràticamente sempre em relação com os tais fenómenos de transição, daí o nome de «reactância transitória».

Embora nos desviemos um pouco do domínio deste artigo, examinemos a sequência dos fenómenos que acabam de servir de exemplo. A corrente no enrolamento indutor, que mantém constante a f. e. m. E' no primeiro instante, diminui pouco a pouco, porque a

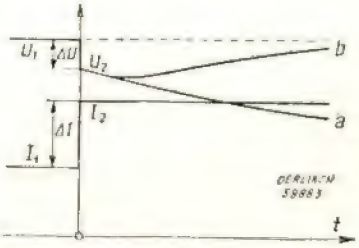


Fig. 8 — Variação da tensão durante e após uma brusca variação de corrente.

Curva a: sem regulador de tensão
Curva b: com regulador de tensão

energia magnética do campo é progressivamente absorvida pelas perdas por efeito de Joule. Segue-se que U continuará a baixar efectivamente com o aumento da carga, se a corrente de excitação regulada não é modificada (fig. 8), ou voltará mais ou menos depressa ao seu valor prescrito, se há um regulador de tensão eficaz, que provoca o aumento necessário da corrente de excitação. Todavia o que importa registar é que a primeira variação de tensão $\Delta I \cdot X'_d$ não pode ser impedida com um regulador normal.

4. Máquinas com amortecedor

4/1. Os vários géneros de amortecedores

Nas máquinas de *pólos salientes,* o amortecedor é constituído normalmente por barras repartidas uniformemente, ou não, nas expansões polares. Estas barras, ou varetas, são ligadas entre si por dois anéis, um de cada lado, formando-se assim uma *gaiola de esquilo,* isto é, um *amortecedor completo,* ou são ligadas só por outras barras frontais, de maneira a formarem-se *grelhas polares* individuais, sem ligações entre os pólos. Uma outra possibilidade consiste em utilizar *pólos maciços em aço forjado ou moldado.* Devido ao efeito das correntes de Foucault que podem circular no aço maciço, estes pólos comportam-se como um amortecedor de pequena secção de cobre. Teòricamente, o seu efeito pode ser reforçado ligando as expansões polares umas com as outras, mas o melhoramento é relativamente pequeno, de modo que este sistema não é aplicado na prática.

O rotor dos turbo-alternadores é sempre em aço forjado e possui uma gaiola de esquilo completa, constituída pelas talas de alumínio das cavas, que fazem o papel de barras ou varetas, e pelos discos de extremidade, que realizam o curto-circuito das talas.

4/2. As reactâncias subtransitórias

Submetendo uma máquina com amortecedor aos ensaios descritos no parágrafo 3/2, constata-se que as reactâncias são nìtidamente mais pequenas que as precedentes, visto que temos agora de facto, em cada eixo, enrolamentos em curto-circuito no rotor (fig. 9). No eixo longitudinal apresentam-se dois enrolamentos em curto-circuito (fig. 10), em que a gaiola do amortecedor está mais próxima do estator, isto é, ela é mais eficaz que o enrolamento de excitação. Mediremos agora uma reactância de curto-circuito X''_d mais

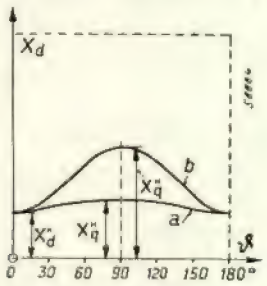


Fig. 9 — Reactância subtransitória em função da posição da roda polar.
Curva a: *roda polar com amortecedor completo (gaiola)*
Curva b: *roda polar com grelhas polares*

pequena do que X'_d, e que corresponde à reactância de curto-circuito dum transformador com três enrolamentos em que dois deles estão em curto-circuito. Os valores característicos são:

$X''_d = 0{,}07$ a $0{,}10\ X_d$ para os turbo-alternadores
$X''_d = 0{,}12$ a $0{,}20\ X_d$ para as máquinas de pólos salientes.

Para o eixo transversal, a gaiola completa constitui um curto-circuito quase tão perfeito como para o eixo longitudinal, de modo que a reactância no eixo transversal é:

$X''_q = 1{,}0$ a $1{,}1\ X''_d$ para os turbo-alternadores
$X''_q = 0{,}9$ a $1{,}3\ X''_d$ para as máquinas de pólos salientes com grelha completa

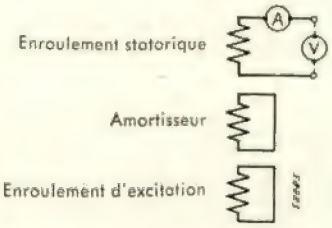


Fig. 10 — Esquema equivalente do eixo longitudinal, com amortecedor.

Pelo contrário, no caso das grelhas polares, uma importante parte do campo transversal não é influenciada (área tracejada na fig. 11). Para as máquinas de pólos salientes com grelhas polares, tem-se então:

$$X''_q = 2 \text{ a } 3\ X''_d$$

Dado que, nos pólos maciços, as correntes de Foucault podem circular até ao ponto extremo do terminal polar, eles são mais eficazes. Tem-se:

$X''_q = 1{,}2$ a $1{,}8\ X''_d$ para as máquinas de pólos maciços.

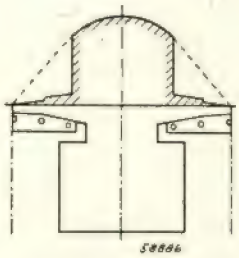


Fig. 11 — Amortecimento do campo transversal por grelhas polares. — A área tracejada representa a parte não amortecida do campo

4/3. A corrente de curto-circuito instantânea

A fim de melhor compreender as reactâncias que temos estado a estudar e a sua designação, é útil considerar o fenómeno do curto-circuito duma máquina síncrona. A fig. 12 mostra o oscilograma das três correntes do estator e da corrente de excitação, obtido num curto-circuito brusco que se realizou numa máquina síncrona marchando em vazio. Vemos que no começo as três correntes por fase têm andamentos nìtidamente diferentes. Aquela cujo enrolamento estava ligado com o maior fluxo, no momento de curto-circuito (tensão na proximidade da passagem pelo zero), é a mais fortemente unilateral (grande componente

aperiódica). Mas, se traçarmos as linhas médias de cada uma destas três correntes e se medirmos os desvios em relação a estas linhas, obteremos nos três casos a mesma representação (fig. 13), que traduz a envolvente, isto é, a curva dos maiores desvios. Examinando mais atentamente esta curva, podemos constatar que ela resulta da sobreposição de duas curvas exponenciais e duma constante, o que se pode exprimir sob a forma:

$$\hat{I} = \hat{I}_k + (\hat{I}'_k - \hat{I}_k)\, e^{-t/T'_d} + (\hat{I}''_k - \hat{I}'_k)\, e^{-t/T''_d}$$

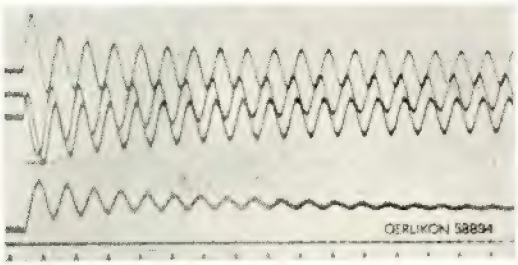


Fig. 12 — Oscilograma da corrente de curto-circuito instantânea para um alternador trifásico com amortecedor completo (gaiola).

Em cima: as três correntes por fase do estator
Em baixo: corrente de excitação na roda polar

No primeiro instante, os vários enrolamentos mantêm os fluxos com os quais estão ligados, de modo que eles devem conduzir correntes correspondentes. A corrente no enrolamento de excitação está indicada no oscilogroma da fig. 12. No primeiro instante, a componente alternada da corrente de curto-circuito tem então a amplitude:

$$I''_k = \frac{U_o \sqrt{2}}{X''_d},$$

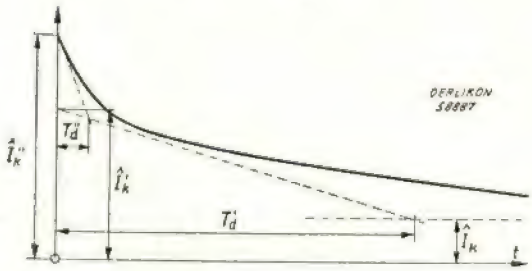


Fig. 13 — Envolvente da componente alternada da corrente de curto-circuito instantânea.

em que U_o é o valor eficaz da tensão por fase antes do curto-circuito.

Tendo o amortecedor uma secção de cobre relativamente pequena (5 a 30 % da secção do enrolamento do estator, segundo as exigências da máquina), a corrente que nele é induzida amortece-se muito ràpidamente, o que depende da constante de tempo subtransitória T''_d, compreendida entre 0,02 e 0,08 s para os alternadores. Assim, dentro de breves instantes, existirá sòmente a corrente residual:

$$\hat{I}_k + (\hat{I}'_k - \hat{I}_k)\, e^{-t/T'_d}$$

A outra componente, que desaparece exponencialmente, corresponde à corrente de curto-circuito que circula no enrolamento de excitação. Este enrolamento contém bastante mais cobre, de modo que a constante de tempo transitória T'_d é nitidamente maior; ela atinge 0,5 a 3 s, sendo o valor mais baixo para as pequenas máquinas e o valor mais elevado para as grandes máquinas. A componente transitória da corrente é dada pela fórmula:

$$\hat{I}'_k = \frac{U_o \cdot \sqrt{2}}{X'_d}.$$

Quando a corrente de curto-circuito desaparece também do enrolamento de excitação, a corrente no estator atinge o seu valor final:

$$\hat{I}_k = \frac{U_o \cdot \sqrt{2}}{X_d},$$

isto é, o valor da corrente de curto-circuito permanente.

Pelas razões do papel que têm no fenómeno do curto-circuito, as reactâncias X''_d e X'_d são designadas, respectivamente, por «reactância subtransitória» e «reactância transitória». A reactância X''_q não intervém durante o curto-circuito, mas ela está todavia em relação com o amortecedor, de modo que corresponde a X''_d e é também designada por «reactância subtransitória». A constante de tempo T''_q é sempre da mesma ordem de grandeza da T''_d. Outras constantes de tempo T'_d e T''_d, indicam-se também, sobretudo a constante de tempo do indutor T'_{do}. Designa-se com este termo a constante de tempo com a qual a corrente de excitação varia durante uma modificação brusca da excitação, estando o enrolamento do estator em circuito aberto. Entre as constantes T'_{do} e T'_d e as reactâncias, tem-se a relação aproximada:

$$\frac{T'_d}{T'_{do}} = \frac{X'_d}{X_d}.$$

4/4. Influências da saturação

As várias reactâncias, que acabamos de descrever não são constantes, pròpriamente ditas, porque dependem da corrente, portanto da saturação do ferro. A corrente de curto-circuito permanente não diferindo, em geral, muito fortemente da corrente nominal, mesmo a plena excitação, é pouco influenciada pela saturação. Por consequência, os valores das reactâncias síncronas X_d e X_q são sempre considerados como valores não saturados. Pelo contrário, para as reactâncias subtransitória e transitória, há que distinguir entre os valores não saturados e os valores saturados. Ao proceder-se a uma medição como a indicada no parágrafo 3/1, isto é, com uma máquina parada, devem utilizar-se correntes sensìvelmente mais pequenas do que a corrente nominal, a fim de ter em conta o aquecimento da máquina. Tais medições fornecem então, sempre, os valores não satura-

dos de X'_d, X''_d e X''_q. Mas, procedendo-se ao ensaio de curto-circuito, partindo da tensão nominal da máquina, obtemos valores muito elevados para as correntes I''_k e I'_k e, por consequência os valores saturados de X''_d e X'_d.

Pràticamente, a relação entre os valores saturados e não saturados é de, aproximadamente:

0,80 a 0,85 para X''_d e 0,85 a 0,90 para X'_d.

No eixo transversal, os fluxos são relativamente pequenos, quaisquer que sejam os regimes, de modo que o valor não saturado é o único que interessa no caso de X''_q.

5. Cargas assimétricas

5/1. Componentes simétricas

Cada uma das correntes por fase I_a, I_b e I_c (fig. 14 a) dum alternador submetido a uma carga assimétrica qualquer, pode considerar-se como composta de três partes [B 8]:

$$\overline{I}_a = \overline{I}_{a_1} + \overline{I}_{a_2} + \overline{I}_{a_0},$$

$$\overline{I}_b = \overline{I}_{b_1} + \overline{I}_{b_2} + \overline{I}_{b_0},$$

$$\overline{I}_c = \overline{I}_{c_1} + \overline{I}_{c_2} + \overline{I}_{c_0},$$

As correntes $\overline{I}_{a_1}$, $\overline{I}_{b_1}$ e $\overline{I}_{c_1}$ constituem um sistema trifásico simétrico (fig. 14 b), acontecendo o mesmo para as correntes $\overline{I}_{a_2}$, $\overline{I}_{b_2}$ e $\overline{I}_{c_2}$, mas com uma sucessão de fases diferente. O sistema de correntes $\overline{I}_{a_1}$, $\overline{I}_{b_1}$ e $\overline{I}_{c_1}$ produz um campo que gira em sincronismo com a roda polar (sistema positivo ou directo

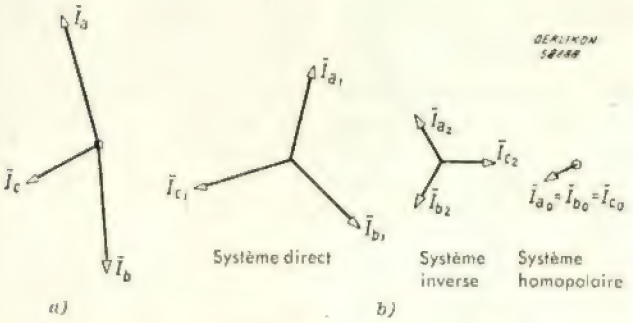


Fig. 14 — Decomposição dum sistema trifásico de correntes assimétricas em componentes simétricas.

a) Sistema trifásico de correntes assimétricas
b) Componentes simétricas do sistema a)

[em inglês: «positive sequence system»; em alemão: «Mitsystem»), enquanto que o sistema de correntes $\overline{I}_{a_2}$, $\overline{I}_{b_2}$ e $\overline{I}_{c_2}$ produz um campo que gira em sentido contrário ao da roda polar (sistema negativo ou inverso [em inglês: «negative sequence system»; em alemão: «Gegensystem»]).

Quanto à terceira parte, ela compõe-se de correntes iguais $\overline{I}_{a_0} = \overline{I}_{b_0} = \overline{I}_{c_0}$, só existindo no caso do ponto neutro possuir uma ligação com o exterior, isto é, quando houver um condutor neutro e então as correntes $\overline{I}_{a_0}$, $\overline{I}_{b_0}$ e $\overline{I}_{c_0}$, são, cada uma delas, iguais a um terço da corrente nesse condutor. É por isso que este sistema é chamado «sistema homopolar» ou «monofásico» (em inglês: «zero-sequence system»; em alemão: «Nullsystem»).

5/2. As reactâncias do sistema directo

Correspondendo o sistema directo à carga simétrica normal, as reactâncias com que se entra em linha de conta, para este sistema, são as já mencionadas anteriormente, a saber, as reactâncias síncronas X_d e X_q para o regime estacionário e as reactâncias subtransitórias e transitórias X''_d, X''_q ou X'_d para os fenómenos transitórios.

5/3. A reactância inversa

Suponhamos que o sistema inverso é o único existente. Temos agora na máquina síncrona um campo que gira em sentido contrário ao da roda polar e cuja velocidade é então dupla da velocidade síncrona. Assim, a posição do campo girante varia com o dobro da frequência da rede entre o eixo longitudinal e o eixo transversal. A reactância efectiva é portanto a média das reactâncias longitudinal e transversal medidas com a máquina parada. A reactância inversa é por consequência:

$$X_2 = \frac{X'_d + X_q}{2}$$ para as máquinas sem enrolamento amortecedor;

$$X_2 = \frac{X''_d + X_q}{2}$$ para as máquinas com enrolamento amortecedor.

Em lugar do símbolo X_2, certos autores utilizam o símbolo X_i.

5/4. A reactância homopolar ou monofásica

No sistema homopolar as três correntes estão em fase. Não há então campo girante, mas ùnicamente campos de dispersão. Estes campos dependem bastante da execução do enrolamento (passo das bobinas, disposição das cabeças), e portanto as reactâncias homopolares podem diferir muito sensìvelmente, mesmo para máquinas de aspecto análogo. Os valores variam aproximadamente como se segue:

$X_0 = 1$ a $10\,\%$ para os turbo-alternadores;
$X_0 = 3$ a $15\,\%$ para as máquinas de pólos salientes.

Quando vários alternadores com ponto neutro ligado à terra trabalham em paralelo, pequenas assimetrias são então já capazes de originar fortes correntes nos condutores neutros. Assim deve-se, tanto quanto possível, não ligar directamente à terra o ponto neutro dos alternadores, mas sempre por intermédio

duma reactância pelo menos igual a 10 a 20 % da impedância nominal do alternador.

6. Outras reactâncias

Diremos também algumas palavras acerca de outras reactâncias, que são por vezes mencionadas, mas são práticamente menos importantes que aquelas atrás referidas.

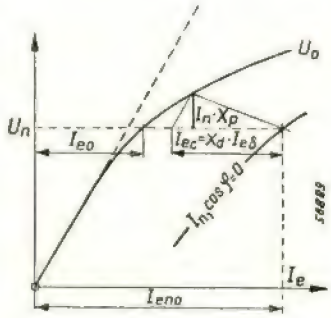


Fig. 15 — Determinação da reactância de Potier através das características obtidas em ensaios.

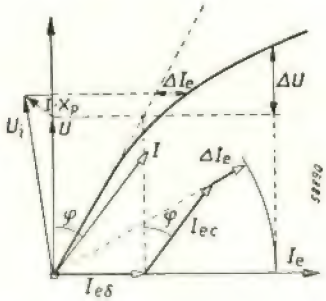


Fig. 16 — Determinação da corrente indutora e da variação de tensão, através da reactância de Potier.

6/1. Reactância de Potier e reactância de fugas do induzido

A reactância de Potier determina-se, segundo a fig. 15, através da característica em vazio $U_0 = f(I_e)$ e da corrente indutora I_{en_0} para a corrente nominal e $\cos\varphi = 0$. Ela serve para a determinação aproximada da corrente indutora e da variação da tensão para uma carga dada, segundo o método ilustrado pela fig. 16 [B 5/9]. Não sendo sempre possível uma medição directa de I_{en_0} no caso de grandes máquinas, servimo-nos muitas vezes de valores aproximados para a reactância de Potier X_p, pondo, por exemplo [B 9]:

$$X_p = 1{,}2\, X_\sigma$$

ou, dum modo um pouco mais preciso [B 10]:

$$X_p = X_\sigma + 0{,}63\,(X'_d - X_\sigma)$$

ond X_σ é a reactância de fugas do induzido, que se pode medir com o rotor fora da máquina. Aparte o emprego acima indicado, esta reactância só interessa aos calculadores.

6/2 A reactância equivalente

Como se disse no parágrafo 4/4, as reactâncias síncronas são sempre consideradas para valores não saturados. Quando os efeitos da saturação têm um papel importante, introduzem-se valores corrigidos. Isto é sobretudo importante para a determinação da potência de sobrecarga duma máquina síncrona e para os estudos de pequenas oscilações. O valor de X_d que intervém na potência de sobrecarga é chamada «reactância equivalente» X_{eq} [B 11]. Ela atinge, aproximadamente, 0,5 a 0,7 X_d. Falando concretamente, ela não depende ùnicamente da máquina, mas também em parte da rede que esta alimenta.

6/3. A reactância pendular

O comportamento das máquinas síncronas submetidas a pequenas oscilações provenientes dum motor Diesel de accionamento, de cargas instáveis ou de regimes de regulação é determinado pelas diferentes reactâncias que acabamos de descrever (X_d, X_q, X'_d, X''_d, X''_q) e pelas constantes de tempo correspondentes [B 1].

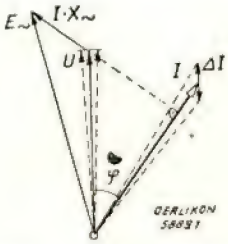


Fig. 17 — Diagrama vectorial duma máquina síncrona submetida a pequenas oscilações, para explicar a reactância pendular.

Em numerosos casos, o cálculo pode ser todavia simplificado introduzindo a reactância pendular X_∞ [B 12/13]. Para isso, substituimos no alternador uma f. e. m fixa E_∞, precedida duma reactância X_∞ (fig. 17), de maneira que as oscilações da corrente ou da carga sejam as mesmas que aquelas a que a máquina está submetida. A reactância depende então, em grande escala, da frequência pendular. A fig. 20 indica o andamento característico desta relação.

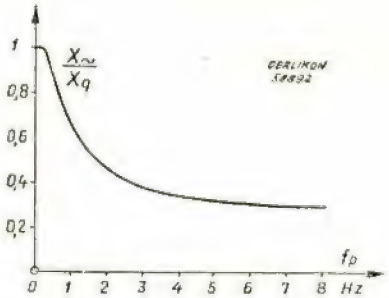


Fig. 18 — Reactância pendular duma máquina síncrona com amortecedor completo (gaiola) em função da frequência pendular f_p.

7. As reactâncias das máquinas assíncronas

As máquinas assíncronas constituem uma parte essencial da carga duma rede e portanto as suas reactâncias desempenham um papel importante em grande número de casos. Estas máquinas têm um entre-ferro constante e enrolamentos simétricos, de modo que não apresentam eixos singulares e todas as constantes são pràticamente independentes da posição do induzido. Em marcha síncrona, medimos a reactância em vazio X_0 que corresponde então à reactância síncrona X_d. Sendo o entre-ferro mais pequeno que nas máquinas síncronas, a reactância síncrona (em $^0/_0$ ou por unidade) é duas a três vezes maior. Com a máquina parada, medimos a reactância de curto-circuito X_{cc}, que corresponde à reactância subtransitória X''_d e é também da mesma ordem de grandeza que aquela. Como não há enrolamento indutor, não há outro valor correspondente à reactância transitória.

8. A constante de inércia

Se bem que a constante de inércia nada tenha que ver com as reactâncias, falaremos abreviadamente dela, porque desempenha também um papel importante para as dimensões duma máquina e as considerações que motivam a escolha dum certo valor estão estreitamente ligadas com as que motivam as relativas às reactâncias.

Quando se indica em kgm^2 ou em tm^2 o momento de inércia ou o momento de giração PD^2 duma máquina, isso não significa grande coisa. Tentou-se então, como para as reactâncias, introduzir um valor numérico que seja mais expressivo e permita uma melhor comparação. Trata-se da constante de inércia H, que é a relação entre a inércia cinética da parte girante da máquina à velocidade síncrona e a potência aparente nominal da máquina. Exprime-se por consequência em kWs/kVA. Para um PD^2 dado, teremos a expressão:

$$H = 1{,}37 \cdot \frac{PD^2}{P_{sn}} \cdot \left(\frac{n_s}{1000}\right)^2$$

Certos autores utilizam também um valor análogo, a constante de aceleração T_a, cuja definição não é todavia bem fixada. Encontram-se, com efeito, três definições diferentes: a constante de aceleração é o tempo fictício necessário para levar a máquina do repouso à sua velocidade síncrona sob o binário constante correspondente *a*) à potência aparente nominal nos terminais, *b*) à potência activa nominal nos terminais, ou *c*) à potência activa nominal no veio. Segundo a definição utilizada, teremos entre T_a e H a relação:

$$a)\ T_a = 2H;\quad b)\ T_a = \frac{2H}{\cos\varphi_n};\quad c)\ T_a = \frac{2H}{\eta_n \cos\varphi_n}$$

em que $\cos\varphi_n$ é o factor de potência «nominal» e η_n é o rendimento para a potência nominal.

Na literatura electrotécnica,e ncontra-se as definições *a*) e *b*), enquanto que os técnicos de turbinas utilizam a definição *c*).

9. Exigências relacionadas com a grandeza das reactâncias

9/1. Exigências relacionadas com a reactância síncrona

9/1/1. Limite da estabilidade estática

Por limite de estabilidade estática ou potência de saída do paralelo duma máquina síncrona, entende-se a potência máxima que ela pode fornecer ainda até ao momento exacto de saída do paralelo, quando a potência aumenta progressivamente. Ela é dada pela expressão:

$$P_{lim.e.} = \frac{E \cdot U}{X}$$

em que E é a f. e. m. interna, correspondente à excitação, U a tensão fixa da rede, X a soma das reactâncias da máquina (X_{eq}), do transformador e da rede até ao ponto apresentando a tensão fixa U. Para se atingir uma potência de saída do paralelo tão elevada quanto possível, devem as reactâncias X_{eq} e X_d possuir um pequeno valor. Mas isto tem actualmente menos importância que outrora, porque podemos chegar ao mesmo resultado por meio dum regulador de tensão capaz de elevar ràpidamente a f. e. m. a um valor suficiente, ao aproximar-se do limite de saída do paralelo. Por outro lado, o limite de estabilidade dinâmica (ver parágrafo 9/2/1) intervém geralmente antes.

9/1/2. Carga capacitiva

Linhas compridas de alta tensão ou redes de cabos podem representar cargas capacitivas muito importantes. É assim que uma linha aérea de 220 kV, com um comprimento de 100 km absorve uma potência reactiva capacitiva de 13.500 kVar. Se quisermos sair-nos bem com uma excitação positiva, a reactância síncrona X_d não deve ser maior do que a reactância da carga capacitiva X_c, o que constitui sobretudo um limite para a reactância síncrona dum alternador, limite que pode aliás ser ainda levado mais longe. No domínio $X_q < X_c < X_d$, a excitação deve ser certamente negativa, mas é todavia possível obter ainda um funcionamento estável da máquina neste domínio, por meio de dispositivos suplementares relativamente simples que se pode munir um regulador de tensão normal. A condição $X_q < X_c$ constitui em todos os casos um limite que não pode pràticamente ser ultrapassado para as máquinas de construção normal.

9/2. Exigências relacionadas com a reactância transitória

9/2/1. Limite de estabilidade dinâmica

Por ocasião das perturbações rápidas, o fluxo no rotor é mantido, como já se disse, pela corrente induzida no enrolamento de excitação. A f. e. m. E' que acompanha a reactância transitória (fig. 8) permanece constante e é então a reactância transitória X'_d que é

determinante para a máquina. Para a potência de saída do paralelo, tem-se então:

$$P_{lim.d.} = \frac{E'.U}{X'}$$

em que X' é a soma de X_d com as reactâncias do transformador e da linha. A parcela correspondente a estas últimas é geralmente maior do que no caso da estabilidade estática, porque geralmente a perturbação cujo efeito deve ser estudado provém precisamente do facto que uma parte das linhas é suprimida por consequência dum curto-circuito ou duma ligação à terra, acidental. Quando a estabilidade dinâmica é crítica, isto é, sobretudo quando a potência duma central é transportada a grande distância por um pequeno número de linhas, pode ser útil manter a reactância transitória num valor tão pequeno quanto possível. As estatísticas referentes às grandes redes indicam que, nas redes de alta e de média tensão, as ligações acidentais à terra e os curto-circuitos bipolares são as avarias mais frequentes, enquanto que os curto-circuitos tripolares são mais raros. Por consequência, a reactância transitória deve ser escolhida em todos os casos de tal maneira que a estabilidade dinâmica seja mantida em caso de avarias do primeiro género, com desligação ultra-rápida e religação automática monofásica. Há a notar desde já que, nos casos de avarias deste género, um bom amortecedor de gaiola contribui para um acréscimo muito sensível da estabilidade, porque o binário que ela exerce reduz consideràvelmente as oscilações da roda polar durante a perturbação. Este binário é inteiramente análogo ao dum motor assíncrono ordinário, isto é, provoca uma travagem quando a velocidade do alternador excede a de sincronismo, e uma aceleração quando a velocidade é inferior.

9/2/2. Variação da tensão durante variações da carga

Como se explicou no parágrafo 3/5 (fig. 7), a reactância transitória é também determinante para a variação da tensão devida a uma variação de carga. No primeiro instante, a variação de tensão é naturalmente determinada pelas reactâncias subtransitórias. A passagem ao estado em que a reactância transitória é determinante é todavia tão rápida (fig. 13) que mesmo um regulador de acção rápida não tem tempo de intervir. Pelo contrário, este regulador pode impedir uma queda ulterior da tensão (fig. 8). Nos casos onde mesmo uma queda breve da tensão abaixo dum certo limite deve ser evitada, a fim de ter em conta exigências de certos consumidores (motores que desligam à tensão nula, instalações de iluminação), somos então obrigados a reduzir, por consequência, a reactância transitória do alternador.

9/3. Exigências relacionadas com a reactância subtransitória.

9/3/1. Sobretensões devidas a curto-circuitos bipolares

Por ocasião dum curto-circuito bipolar dum alternador, a terceira fase é sede duma sobretensão. Se esta terceira fase está aberta, a sobretensão máxima atinge $\left(2\frac{X''_q}{X''_d} - 1\right)$ vezes a tensão nominal por fase. Esta tensão é além disso afectada de fortes harmónicas, sobretudo de 3.ª, 5.ª, 7.ª e 9.ª ordens, que são tanto mais pronunciadas quanto a relação $\frac{X''_q}{X''_d}$ difere mais nìtidamente de 1. Se a terceira fase está carregada capacitivamente por cabos ou linhas em vazio, a tensão pode ainda ser sensìvelmente aumentada por ressonância. A fim de evitar tais sobretensões, importa então que a relação $\frac{X''_q}{X''_d}$ não se afaste muito de 1, sobretudo nos casos dos alternadores que devem suportar normalmente importantes cargas capacitivas. Para isso, os enrolamentos amortecedores completos $\left(\frac{X''_q}{X''_d} \leqslant 1{,}3\right)$ e os polos maciços $\left(\frac{X''_q}{X''_p} \simeq 1{,}5\right)$ são sempre suficientes. Pelo contrário, as grelhas polares são inteiramente ineficazes do ponto de vista considerado $\left(\frac{X''_q}{X''_d} = 2 \text{ a } 3\right)$.

9/3/2. Binário de amortecimento

Salvo para a corrente de curto-circuito instantânea e para as cargas inversas, o valor absoluto das reactâncias subtransitórias tem um papel menos importante que o binário exercido pelo amortecedor.

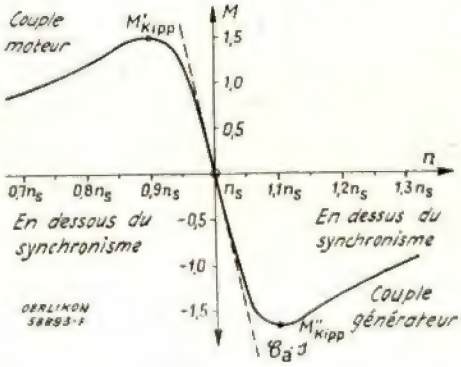


Fig. 19 — Variação do binário assíncrono do amortecedor em função da velocidade de rotação.

A recta - - - indica o binário para pequenos afastamentos em relação à velocidade de rotação síncrona.

Desde que a velocidade de rotação duma máquina síncrona se afaste da velocidade de sincronismo, o campo girante induz no amortecedor, ou no ferro maciço, correntes que produzem um binário cujo carácter é idêntico ao dum motor assíncrono, como indica a curva típica da fig. 19. Para as velocidades inferiores à de sincronismo, o binário é motor, isto é, ele acelera a roda polar, enquanto que para velocidades superiores à de sincronismo o binário é gerador. isto é, ele trava a roda polar. Para afastamentos suficientemente pequenos da velocidade de sincronismo (desli-

Visite em 1956

HANNOVER

o maior mercado da

INDÚSTRIA ELÉCTRICA

alemã

para

artigos de investimento e consumo

só na

Feira das Indústrias Alemãs

Hannover 29 de Abril-8 de Maio de 1956

Para informações e prospectos:
Dr. Max Walter Clauss, Rua do Salitre, 5, 1.º
Lisboa, Telef. 24684
und Zentralverband der Elektrotechnischen
Industrie, Frankfurt/M., Am Hauptbahnhofe

Visite na Exposição Técnica Alemã
no Instituto Superior Técnico, o Stand da:

GEB. WACKER K. G.

Munique — Alemanha

- Vibradores interiores eléctricos e a gasolina.
- Vibradores interiores eléctricos, de alta frequência com motor incorporado na própria agulha vibradora.
- Vibradores exteriores eléctricos, de frequência normal e alta frequência.
- Placas e réguas vibradoras, eléctricas e a gasolina, de frequência normal e alta frequência.
- Conversores de tensão e frequência.
- Vibro-apiloadores eléctricos e a gasolina.
- Atacadores de balastro.

TERRENO AO AR LIVRE — Entrada pela Av. Rovisco Pais

DELEGAÇÃO PORTUGUESA
S. I. M. E. T.

SOCIEDADE DE INTERCÂMBIO MERCANTIL
E EQUIPAMENTO TÉCNICO, LTD.
Rua Rodrigues Sampaio, 21 - 3.º - porta B — LISBOA
Telef. 58 882 e 50 871 — Teleg. "SIMETEL"

TABELAS TÉCNICAS

PARA

ENGENHARIA CIVIL

por

Nuno Abrantes e A. Celestino da Costa

Sob a direcção do Prof. Vicente Ferreira

4.ª Edição revista e aumentada

Pelos Eng.os Fernando Abecasis e Sidónio Brazão Farinha

PEDIDOS À "TÉCNICA"

Preço: 120$00
Assinantes: 10 % de desconto

Fornos BIRLEC para tratamento térmico de Engrenagens

Operação fácil e eficiente, baixo custo e profundidades de cementação controláveis, são as principais características dos **FORNOS "BIRLEC"** e a razão da preferência que lhes é dada pelas principais Indústrias Metalomecânicas.

Fornos eléctricos para todos os tratamentos térmicos

BIRLEC BIRLEC **LIMITED**

BIRMINGHAM — Inglaterra

Agentes:

AHLERS, LINDLEY, L.DA

Rua Ferregial de Baixo, 33-2.º
LISBOA
Telef. 21321/4 (4 linhas)

Palácio do Atlântico, 408
Praça D. João I
PORTO — Telef. 31414/5

zamento pequeno), o binário é mais ou menos proporcional ao deslizamento:

$$\frac{M}{P_{sn}} = C_a \cdot \frac{n_s - n}{n_s} = C_a \cdot s$$

em que P_{sn} é a potência aparente nominal, n_s a velocidade de sincronismo e n a velocidade instantânea.

O factor de proporcionalidade C_a é chamada a constante de amortecimento. Ela pode servir de medida para a eficácia do amortecedor. Para o amortecimento de pequenas oscilações, sob a influência das quais a roda polar só se desloca ligeiramente em torno duma posição determinada, há que distinguir entre o amortecimento para o campo longitudinal C_{ad} e o amortecimento para o campo transversal C_{aq}, que podem ser muito diferentes, sobretudo nos casos de máquinas com grelhas polares. Segundo as exigências, obtêm-se os resultados desejados com pólos maciços ($C_a = 5$ a 15) ou com grelhas polares ($C_a = 5$ a 25), a menos que seja necessário prever um amortecedor completo ($C_a = 20$). Estes diferentes casos têm sido estudados com detalhe [B 14].

9/3/3. Cargas inversas

Para que uma máquina seja capaz de suportar uma carga inversa importante, é necessário que a reactância inversa X_2 seja pequena, a fim de ter em conta as repercussões sobre a rede, e que a secção de cobre eficaz seja grande, a fim de ter em conta o aquecimento. Estas duas exigências não podem ser satisfeitas senão por um amortecedor completo.

9/3/4. Arranque dos motores síncronos

O arranque dos motores síncronos possui duas exigências contraditórias; por um lado, é necessário um binário de arranque tão grande quanto possível absorvendo uma corrente razoável, o que exige um amortecedor de resistência muito elevada, isto é, de pequena secção. Deste ponto de vista, os pólos maciços são muito favoráveis. Por outro lado, é necessário que o motor seja também capaz de atingir a sua velocidade de sincronismo apesar dum binário antagonista elevado, o que se torna ainda mais difícil quando o momento de inércia da máquina a accionar é considerável. Por isso, é necessário que C_a seja tão grande quanto possível, isto é, deve prever-se um amortecedor completo, com uma grande secção de cobre. Deve então decidir-se por uma ou outra execução, tendo em conta as exigências que são primordiais. Em casos bastante raros, em que as exigências são tão elevadas para o arranque como para a travagem, pode recorrer-se a um enrolamento amortecedor de dupla gaiola.

9/4. Exigências relacionadas com a constante de inércia

Para os alternadores accionados por uma turbina hidráulica, a constante de inércia é prevista tendo em conta a regulação da turbina [B 15]. Mas é necessário considerar a estabilidade dinâmica e o preço da máquina, de modo que não se aumenta esta constante mais do que o estritamente necessário.

Para os alternadores accionados por um motor Diesel, um acréscimo da constante de inércia é sobretudo necessário, tendo em atenção o coeficiente de irregularidade. Em numerosos casos, pode todavia desprezar-se esse acréscimo, quando a máquina possui um amortecedor suficientemente potente ($C_a = 30$ a 40).

Para os motores de êmbolo, um acréscimo de H é geralmente inevitável. Mas precisamente neste caso, deve absolutamente evitar-se ir muito longe, porque isso torna mais difícil a travagem. Para todas as outras máquinas, a constante de inércia não tem exigências especiais.

9/5. Influência das constantes prescritas no dimensionamento da máquina

9/5/1. As constantes naturais das máquinas síncronas

Quando as características usuais duma máquina síncrona são conhecidas (potência aparente, factor de potência, velocidade de rotação, tensão, frequência) e tendo também em consideração as prescrições gerais (aquecimento, variação da tensão entre a marcha em vazio e a plena carga, corrente máxima de curto-circuito instantânea), pode estabelecer-se um projecto no qual as diferentes reactâncias e a constante de inércia têm um valor bem determinado. Estes valores podem aliás ser ainda ligeiramente modificados, entre certos limites, sem influenciar sensìvelvelmente as dimensões e o preço da máquina. Trata-se dos valores naturais das reactâncias e da constante de inércia.

Para as reactâncias mais importantes X_d e X'_d, a Comissão de Estudos dos Alternadores da CIGRE (Conferência Internacional das Grandes Redes Eléctricas de Alta Tensão) propôs os valores seguintes [B 16]:

Tabela 1

	Turbo-alternadores	Alternadores accionados por turbinas hidráulicas		
		1.000 – 500 r. p. m.	500 – 250 r. p. m.	250 – 50 r. p. m.
X_d	2,40 – 2,0	1,50 — 1,20	1,30 — 0,95	1,10 — 0,90
X'_d	0,18 — 0,25	0,25 — 0,35	0,25 — 0,35	0,25 — 0,40

Os valores naturais para H não estão ainda fixados. Nos casos dos turbo-alternadores, a turbina a vapor contribui com uma boa parte para a constante de inércia, de modo que o valor total é relativamente elevado (5 a 7 kWs/kVA). Para os alternadores accionados por turbinas hidráulicas, H vai de 1 kWs/kVA (pequenas máquinas rápidas) a aproximadamente 3 kWs/kVA (grandes máquinas lentas). Em muito numerosos casos, é por outro lado necessário aumentar estes valores, a fim de ter em conta a regulação da turbina.

9/5/2. Influência dos afastamentos em relação aos valores naturais no dimensionamento da máquina

Quando certas exigências necessitam reactâncias mais pequenas ou uma constante de inércia maior que os valores naturais, as dimensões da máquina devem ser aumentadas, o que conduz naturalmente a um peso

e a um preço mais elevados. Assim, por exemplo, uma redução da reactância síncrona X_d para metade do seu valor natural e uma redução da reactância transitória X'_d para 0,6 ou 0,7 vezes o valor natural, aumentam o preço da máquina de 20 a 30 % [B 17; 11 e 18; 19].

9/5/3. Valores das constantes de máquinas construídas

Na literatura americana encontram-se numerosas tabelas de valores de constantes de máquinas construídas (ver por exemplo [B 18, 19]). No que respeita a máquinas sufças, o nosso livro contém uma pequena tabela deste género [B 1]. Por outro lado, informações são por vezes fornecidas nas revistas da especialidade. Alguns exemplos referentes a máquinas fabricadas pelos «Ateliers de Construction Oerlikon» figuram na tabela 2.

As rubricas n.os 1, 2 e 3 referem-se a máquinas accionadas por grandes turbinas de pequena velocidade. A máquina 1 apresenta valores naturais porque não tinha exigências limitadoras. Para as máquinas 2 e 3, foi precristo um momento de inércia bastante elevado e, por outro lado, para a máquina 3 uma muito pequena reactância síncrona (por razão da carga capacitiva devida a linhas da alta tensão muito compridas).

As rubricas n.os 4, 5 e 6 (alternadores de 12 pólos) mostram a influência dos diversos géneros de amortecedores, a saber, as grelhas polares (n.º 4), os pólos maciços (n.º 5) e o amortecedor completo (n.º 6). Esta influência aparece nitidamente nos valores de X''_q que são muito diferentes, enquanto que os valores de X''_d são quase idênticos.

As rubricas n.os 7 e 8 indicam mais ou menos os limites entre os quais variam os valores no caso dos alternadores accionados por motores Diesel.

A rubrica n.º 9 refere-se a um compensador, enquanto que as rubricas n.os 10 a 12 dão as constantes de alguns motores síncronos, que caracterizam bastante bem as máquinas modernas deste género.

10. Bibliografia

(No texto é remetido a esta lista, pela letra B, o número indicado entre parêntesis recto).

[1] *Th. Laible* : Die Theorie der Synchronmaschine im nicht-stationären Betrieb. Springer, Berlin 1952.

[2] *W. Nürnberg* : Die Prüfung elektrischer Machinen. Springer, Berlin 1940.

[3] *W. Putz* : Elektrotechnik 4 (1950), pág. 203-209.

[4] *J. Tittel* : Synchronmaschine, na *E. v. Rziha* : Starkstromtechnik 8. A. Ernst & sohn. Berlin 1952.

[5] *AIEE*, Test Code for Synchronous Machines, Publ. n.º 502, New York 1945.

[6] *G. F. Tracy* e *W. F. Tice* : AIEE — Trans. 64 (1945), pág. 70-75.

[7] *F. K. Dalton* e *A. W. W. Cameron* : AIEE — Trans. 71 (1952), pág. 752-757.

[8] *H. Hafner* : Bulletin Oerlikon n.os 245/246 (1943), pág. 1561-1566 /1599-1576.

[9] *ASE*. Règles pour les machines électriques tournantes. Publ. n.º 188. Zurich 1951.

[10] *S. Bechwith* : AIEE — Trans. 56 (1937), pág. 813-818.

[11] *S. B Crary* : Power System Stability. Vol. 1. Wiley & Sons, New York 1945.

[12] *W. Wanger* : Revue Brown Boveri 1937, pág. 99-111.

[13] *A. Timascheff* : Stabilität elektrischer Drehstromkraftübertragungen Springer, Berlin 1940.

[14] *Th. Laible* : CIGRE 1950, informação 111.

[15] *D. Gaden* : Considérations sur le problème de la stabilité. Ed. La Concorde, Lausanne 1945.

[16] *G. Belfils* : CIGRE 1952, informação 133.

[17] *O. Hess* : CIGRE 1952, informação 135.

[18] *S. B. Crary* : Power System Stability. Vol. 2. Wiley & Sons, New York 1947.

[19] *Westinghouse Manuf. Comp.*, Electric Transmission and Distribution Reference Book. 4.ª ed. East Pittsburgh 1950.

Tabela 2

N.º	P kVA	n r. p. m.	X_d %	X_q %	X'_d %	X''_d %	X''_q %	T'_{do} s	T'_d s	T''_d s	T''_q s	H kWs/kVA
Alternadores accionados por turbinas hidráulicas:												
1	18 000	115	137	76	33	23	30	3,5	0,82	0,036	0,034	2,55
2	26 000	68	109	67	29	18	18	4,0	1,06	0,026	0,034	4,9
3	49 500	100	56	43	29	20	18	3,8	1,94	0,029	0,038	4,2
4	18 000	500	155	90	38	27	72	6,8	1,63	0,09	0,08	2,95
5	37 500	500	95	66	38	28	35	4,8	1,90	0,04	0,04	3,02
6	40 000	500	124	82	38	27	27	4,7	1,42	0,068	0,084	2,90
Alternadores accionados por motores Diesel:												
7	840	214	101	53	22	17	43	2,1	0,44	0,031	0,040	4,9
8	4 000	167	137	75	31	19	20	3,5	0,77	0,019	0,019	3,7
Compensador síncrono:												
9	23 000	1 000	186	102	41	22	20	9,7	2,10	0,053	0,058	1,49
Motores: kW												
10	135	600	140	76	30	22	22	1,41	0,30	0,030	0,033	0,55
11	3 160	150	131	74	35	21	21	2,25	0,59	0,011	0,011	2,54
12	3 800	1 500	129	74	25	15	16	2,71	0,52	0,011	0,012	1,22

Todas as reactâncias indicadas nesta tabela são valores não saturados. — A máquina n.º 5 tem pólos maciços; as máquinas n.os 4 e 7 têm grelhas polares; todas as outras máquinas têm um amortecedor complero.

BIBLIOTECA

FICHEIRO

Classificadores responsáveis:

Adelino Felgueiras Barreto, António Alves dos Santos, Fernando Tiago Sanches, João Manuel Martins Pereira, Joaquim Cordeiro e José da Silva Pinharanda

---

Recortar as indicações bibliográficas que formam uma ficha e estão encimadas por CDU (Classificação Decimal Universal). *

Colar cada referência num pequeno rectângulo de cartolina de 75 × 125 mm.

Ordenar pelos índices decimais, *começando da esquerda para a direita,* independentemente do número de algarismos que o índice contiver, e respeitando a seguinte regra de arrumação dos sinais auxiliares:

+ / n.os simples : [ ] = (01/09) (1/9) (=) " "A/Z — .0 .00

Consultar, em casos duvidosos, a exemplificação inserida na «Técnica» n.º 218 e seguintes, ou recorrer à Biblioteca da A. E. I. S. T.

Notar que a inserção das fichas nesta publicação respeita a ordem correcta, no intuito de a esclarecer o mais possível.

A comodidade de possuir no próprio local de trabalho um arquivo ordenado e de fácil consulta sobre assuntos que se sabe onde existem, é uma das evidentes vantagens de um ficheiro classificado segundo a CDU.

Os assuntos de que estas fichas são referência ficam patentes à consulta a partir desta data.

LIVROS

C. D. U. 05 (082)

Publicações periódicas estrangeiras

Centro de Documentação Científica I. A. C., 1955 vol. 1, págs. 390.

C. D. U. 532.526

Boundary Layer in Convergent Flow Between Spiral Walls — *Kuerte, G.*

Harvard University, 1950, vol. 1, págs. 115.

C. D. U. 545 (075)

Manuel de Chimie Analytique — Tome II — Analyse Quantitative — *Treadwell, F. P. + Boll, Marcel.*

Dunod, Paris, 1934, vol. 1, págs 810.

Há só este volume.

C. D. U. 551.468.3 (469.3)

The history of a tidal lagoon inlet and its improvement — *Abecassis, Carlos Krus.*

V Conference on Coastal Engineering, s/d, vol. 1 págs. 33.

C. D. U. 621.311 [31] (4) «1955»

L'industrie de l'électricité en Europe.

OECE, Paris, 1956, vol. 1, págs. 140.

C. D. U. 657

Contabilidade — *Fourastié, Jean.*

Europa-América, Lisboa, vol. 1, págs. 115.

C. D. U. 66/69 (43) = 30

Unser Schicksal Die Deutsche Industrie — *Hauser, Henrich.*

W. Steinebach, München, s/d, vol. 1.

C. D. U. 669.2/.7].003.1 [31] (4) «1955»

L'industrie des métaux non-ferreux en Europe.

OECE, Paris, 1956, vol. 1, págs. 100.

Alumínio, cobre, chumbo, zinco, estanho, níquel.

C. D. U. 677.003.1 [31] (4) «1955»

L'industrie Textile en Europe.

OECE, Paris, 1956, vol. 1, págs. 151.

Fábrica Portugal

S. A. R. L.

LISBOA

MOBILIÁRIO METÁLICO

EM TODOS OS GÉNEROS

Instalações completas para :

Mobiliário moderno
para

ESCRITÓRIOS
ESCOLAS
BIBLIOTECAS

CLÍNICAS
HOSPITAIS
SANATÓRIOS
CINEMAS
HOTÉIS
ESPLANADAS

SALAS DE EXPOSIÇÕES :

Rua Febo Moniz, 2 a 20 — Praça dos Restauradores, 49 a 57

Avenidas da República e Elias Garcia — Rua da Graça, 82 e 84

DR·50 DUMPER

Motor Diesel de 60 CV
Capacidade 3,5 m³
Carga máxima 6 ton.

Ideal para o transporte de cargas pesadas em distâncias curtas.

Apresenta VANTAGENS incomparáveis:

Motor muito robusto DIESEL 4 cilindros, 60 CV.

Consumo muito reduzido.

Acesso aos duplos comandos por assento giratório.

Procuramos representante competente

Export. MOGÜRT

Sociedade Húngara para o Comércio de Automóveis

Budapeste 62 — C. P. 249 — Hungria.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 133.5 : 54 «04/14»

L'alchimie en Islam mediéval — *Holmyard, E. J.*
Endeavonr, 7-955, vol. 14, n.º 55, pág. 117.

C. D. U. 312.01

A sociometric aproach of human ecology — *Martins, C. M. Alves.*
Economia e Finanças, Anais ISCEF, 1955, vol. 23 tomo 1, pág. 94-106.

C. D. U. 382

O Comércio internacional no após guerra: a acção do Fundo Monetário Internacional — *Pinto, Luis Teixeira.*
Economia e Finanças, Anais ISCEF, 1955, vol. 23 tomo 1, pág. 71-92.

C. D. U. 532.543

La suppression de décollments dans les chambres d'eau par l'emploi de guideaux de fond — *G. D. Ransford.*
La Houille Blanche, 7-955, Ano 10, n.º 3, pág. 430-448

C. D. U. 536.23 : 621-225.97

Fluid Flow And Heat Transfe In An Annulus With a Heated Core Tube — *Henry Barrow.*
The Chartered Mechanical Engineer, 9-955, pág. 329

C. D. U. 539.15

Centrales nucleares de produccion de energia electrica — *Federico Goded Echeverria.*
Revista de Obras Públicas, 1-956, Ano 104, n.º 2889 pág. 1-15.

C. D. U. 539.214 : 666.31

Plasticidad de las aecillas, caolines y pastas cerámicas; III — Estudio teórico sobre las diferentes formas de modificar la plasticidad — *Andrés Leeón Maroto.*
Ion, 1-956, vol. 16, n.º 174, pág. 3-10.

C. D. U. 54 : 133.5 «04/14»

L'alchimie en Islam mediéval — *Holmyard, E. J.*
Endeavour, 7-955, vol. 14, n.º 55, 117.

C. D. U. 544.62 : 553.441 : 553.251.2 (469)

Estudo espectrográfico de elementos mínimos em galenas portuguesas — *Brito, Alberto Carlos de.*
Estudos Notas e Trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro, vol. 10, n.º 1-2, pág. 78-90.

C. D. U. 544.62 : 553.446.3 : 553.251.2 (469)

Estudo espectrográfico de elementos mínimos em blendas portuguesas — *Brito, Alberto Carlos de.*
Estudos Notas e Trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro, vol. 10, n.º 1-2, pág. 91-102.

C. D. U. 546.28/88 : 547

Composés organiques des métaux — *Wardlaw, W.* + + *Bradley, D. C.*
Endeavour, 7-955, vol. 14, n.º 55, pág. 140-145.

C. D. U. 547 : 546.28/88

Composés organiques des métaux — *Wardlaw, W.* + + *Bradley, D. C.*
Endeavour, 7-955, vol. 14, n.º 55, pág. 140-145.

C. D. U. 550.384.3

L'aimantation permanente des roches — *Runcorn, S. K.*
Endeavour, 7-955, vol. 14, n.º 55, pág. 152-159.

C. D. U. 550.4/7

Métaux de base et oligo-éléments — *Lombard, Jean.*
La Chronique des Mines Coloniales, 10-955, Ano 23 n.º 232, pág. 246-250.

C. D. U. 552 : 571 (42)

Apports de la pétrographie à l'archéologie préhistorique et médiévale — *Wallis, F. S.*
Endeavour, 7-955, vol. 14, n.º 55, pág. 146-151.

C. D. U. 552.782.1 : 564.117 (469)

Espécies Novas de Pectinídeos do Miocénico Português — *Ferreira, O. da Veiga.*
Boletim da Soc. Geológica de Portugal, 1953, vol. 11 n.º 1, pág. 79-86.

C. D. U. 553.3 (469)

Minerais Ferro-Manganésiens du Portugal — *Neiva, J. M. Cotelo.*
Estudos, Notas e Trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro, vol. 10 n.º 1-2, pág, 103-112.

C. D. U. 553.435 : 622.19 (469.5)

Prospecção de Pirites no Baixo Alentejo — *Gomes, Albertino Rocha* + *Silva, Fernando José da.*
Estudos, Notas e Trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro, vol. 10, n.º 1-2, pág. 37-77.

C. D. U. 553.441 : 544.62 : 553.251.2 (469)

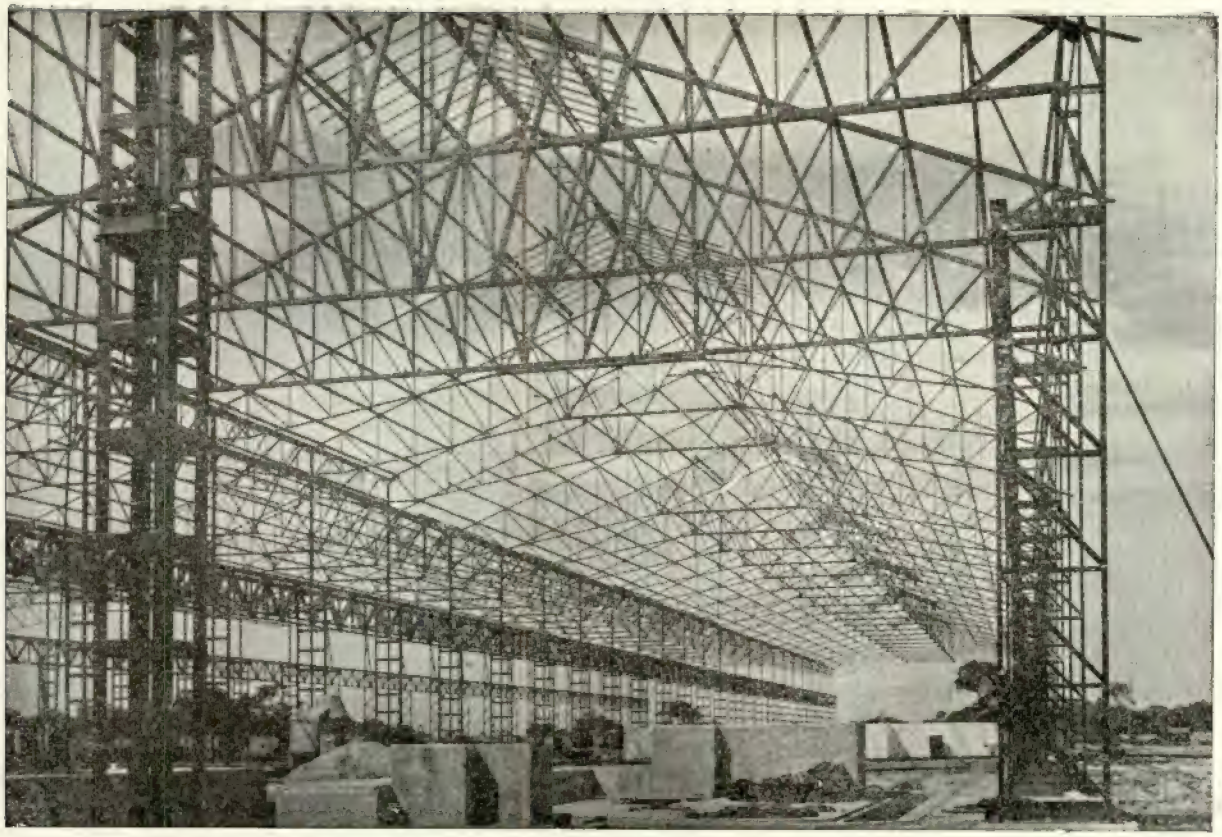
Estudo espectrográfico de elementos mínimos em galenas portuguesas — *Brito, Alberto Carlos de.*
Estudos, Notas e Trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro, vol. 10, n.º 1-2, pág. 78-90.

C. D. U. 553.446.3 : 544.62 : 553 251.2 (469)

Estudo espectrográfico de elementos mínimos em blendas portuguesas — *Brito, Alberto Carlos de.*
Estudos, Notas e Trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro, vol. 10, n.º 1-2, pág. 91-102.

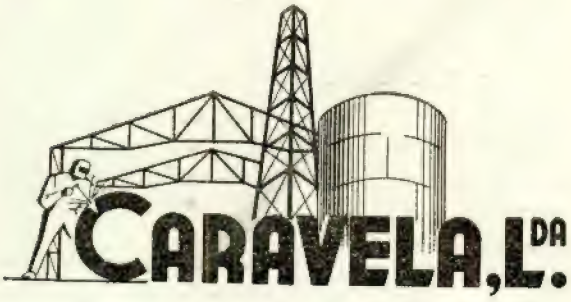
C. D. U. 553.452 (469.3)

Geological features of the Panasqueira — Tin-Tungsten ore-occurrence (Portugal) — *Bloot, C.* + *Wolf, L. C. M. De.*
Boletim da Soc. Geológica de Portogal, 1953, vol. 11 n.º 1, pág. 1-59.



Vista da nave das máquinas das instalações da Lusalite em África
Executada pela Fábrica Metalúrgica e Construtora CARAVELA, LTD.ª (Antiga OMES)

FABRICA METALURGICA E CONSTRUTORA



Nesta oficina executam-se também outros trabalhos; como:

Reservatórios, estruturas metálicas para aparelhos de elevação, postes metálicos, condutas metálicas, pontes metálicas, etc.

Sede: Avenida Infante D. Henrique — Talhão 10 — LISBOA

Telef. 399008 / 399480

C. D. U. 553.493 (679)

Quelques considerations sur la composition chimique d'une allanite du filon de Boa Esperança — Alto Ligonha — *Sousa, Arthur de.*

Boletim da Soc. Geológica de Portugal, 1953, vol. 11 n.º 1, pág. 75-78.

C. D. U. 553.8 : 549.211 (673.6)

On the age of the so called «Lunda stage» in the diamondiferous region of Northern Angola — *Andrade, C. F.*

Boletim da Soc. Geológica de Portugal, 1953, vol. 11 n.º 1, pág. 69-74.

C. D. U. 564.117 : 552.782.1 (469)

Espécies Novas de Pectinídeos do Miocénio Português — *Ferreira, O. da Veiga.*

Boletim da Soc. Geológica de Portugal, 1953, vol. 11 n.º 1, pág. 79-86.

C. D. U. 569 (469.3)

Note sur l'apparition d'ossements de Mammifères dans les argiles de Coja (Arganil) — *Zbyszewski, Georges.*

Boletim da Soc. Geológica de Portugal, 1953, vol. 11 n.º 1, pág. 59-64.

C. D. U. 571 : 552 (42)

Apports de la pétrographie à l'archéologie préhistorique et médiévale — *Wallis, F. S.*

7-955, vol. 14, n.º 55, pág. 140-151.

C. D. U. 581.14.04

Substances de croissance et développement de la plante — *Audus, L. J.*

Endeavour, 1955, vol. 14, n.º 56, pág. 205-211.

C. D. U. 620.1

Journées d'extensometrie — *Diversos.*

Annales de l'Institut Technique B. T. P. 1-959, Ano 9 n.º 97, pág. 2-35.

C. D. U. 620.1 [669.14] 92

The Value Of The Notch Tensile Test — *J. F. Baker and C. F. Tipper.*

The Chartered Mechanical Engineer, 9-955, pág. 328

C. D. U. 620.197 : 674

Preservación de la madera — *Adelardo Sanchis Batalla.*

Ion, 1-956, vol. 16, n.º 174, pág. 11-16.

C. D. U. 621 — 225.97 : 536.23

Fluid flow and heat transfe in an annulus with a heate core tube — *H. Barrow.*

The Chartered Mechanical Engineer, 9-955, pág. 329

C. D. U. 621.315.616.96 : 679.56 [547.322.32 — 92]

Canalisations éléctriques en chlorure de polyvinyle — *M. Drapier.*

Industrie des Plastiques Modernes, 1-959, vol. 8, n.º 1, pág. 11-13.

C. D. U. 621.574

Bajas temperaturas — Compresóres en Booster, Compound, y múltiple efecto — *Blas R. Puig.*

Ion, 12-955, vol. 15, n.º 173, pág. 756-758.

C. D. U. 622.19 : 553.435 (469.5)

Prospecção de Pirites no Baixo Alentejo — *Gomes, Alberto Rocha + Silva, Fernando José da.*

Estudos, Notas e Trabalhos dos Serviços de Fomento Mineiro, vol. 10, n.º 1-2. 37-77.

C. D. U. 624.012.4

Las construcciones de concreto en los procesos y almacenamientos industriales — *Frederico Barona de la O.*

Cemento — Hormigon, 1-956, vol. 22, n.º 262, pág. 20-28

C. D. U. 624.024 — 012.4

Estructuras laminares parabolico-hiperbolicas — *Arquitecto Felix Candela.*

Informes de la Construccion, 12-956, ano 8, n.º 76, pág. 18.

C. D. U. 624.046 — 012.4

Methode generale de calcul du beton armé a la rupture en flexion simple ou composée — *R. Chamband.*

Annales de Institut Technique B. T. P., 1-956, ano 9, n.º 97, pág. 50-66.

C. D. U. 624.071.3

Carga axial de flambagem de barras retas de secção variável — *Telemaco van Langendonck.*

Revista Politécnica, 7 a 12-953, n.º 171, pág. 45-50

C. D. U. 624.072.322

Contribuição para a teoria dos arcos — *Pedro B. J. Gravina.*

Revista Politecnica, 7 a 12-953, n.º 171, pág. 33-44

C. D. U. 624.072.325.041.63

Tracé des lignes d'iufluences relatives aux arcs à trois rotules — *André Paduart.*

Acier, Stahl, Steel, 11-955, vol. 20, n.º 11, pág. 459-464

C. D. U. 624.074.3

Cubierta de bóvedas parabolicas para um mercado rural — *Guiseppe Vaccaro* e *Sergio Musmeci.*

Informes de la construccion, 5-955, ano 8, n.º 71, pág. 4

C. D. U. 624.131.54

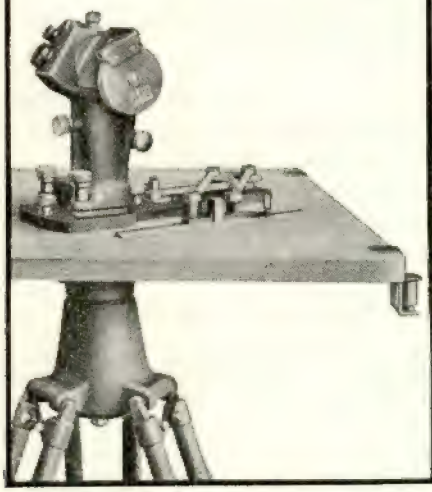
El coeficiente de seguridade en el calculo de taludes — *A. Lazard.*

Revista de Obras Publicas, 1-956, ano 105, n.º 2889, pág. 36-38.

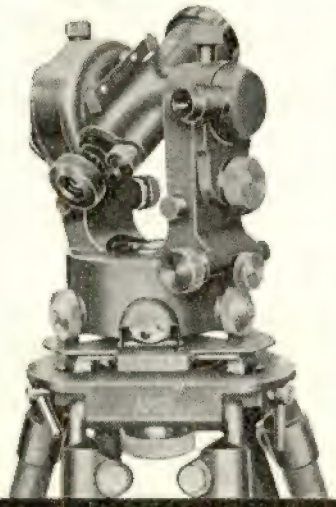
Modernos
INSTRUMENTOS GEODÉSICOS
KERN
— FABRICO SUIÇO —

Para um trabalho mais simples, mais preciso, mais rápido e menos árduo...

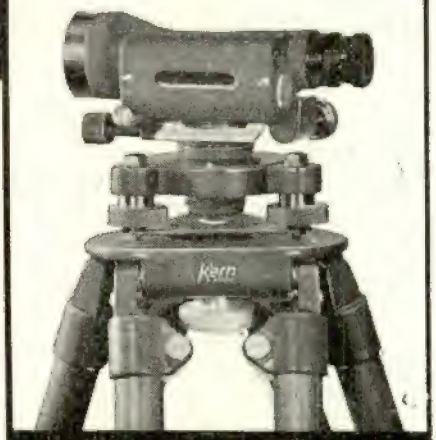
ALIDADES



TEODOLITOS



NÍVEIS



Kern AARAU

SEMPRE PARA ENTREGA IMEDIATA NOS REPRESENTANTES

EMÍLIO DE AZEVEDO CAMPOS & C.A, L.DA

PORTO — CASA FUNDADA EM 1854 — LISBOA

MANIL
EXPORTAÇÃO · IMPORTAÇÃO

Sede: **Paço d'Arcos** – Av. Voluntários da República – Tel. 262 P. A.

CONSTRUÇÃO CIVIL

SERRAÇÃO E CARPINTARIAS MECÂNICAS
MADEIRAS E TACOS TRATADOS

Depósitos: CASCAIS — ESTORIL
PAÇO D'ARCOS — PAREDE

As oficinas estão apetrechadas com os maquinismos mais modernos e com estufa para secagem e tratamento de madeiras

C. D. U. 624.2/8 (46)

Historia del puente en España — *Carlos Fernandez Casado.*
Informes de la construccion, 12-955, ano 8, n.º 76, pág. 36

C. D. U. 624.4 (44)

Reconstruction du pont de Pont-de-l'Arche — *L. J. Dubois et A. Schmid.*
Acier, Stahl, Steel, 11-955, vol. 20, n.º 11, pág 444-450

C. D. U. 624.624

Puentes de altura estricta — *Eng.º Carlos Fernandez Casado.*
Informes de la construccion, 5-955, ano 8, n.º 71, pág. 20; n.º 72, pág. 26.

C. D. U. 625.84.089

Reparacion de juntas desportilladas en pavimentos de hormigon.
Informes de la construccion, n.º 72, pág. 4.

C. D. U. 627.223.001.57

Aperçus sur la similitude des modèles réduits destinés à l'étude des seiches portuaires — *F. Biesel e B. Le Méhauté.*
La Houille Blanche, 7-955, ano 10, n.º 3, pág. 392-407

C. D. U. 627.8

O aproveitamento hidroeléctrico de Salamonde — *L. H. Gomes Fernandes.*
Engenharia (Faculdade de Engenharia do Porto), 3 a 6-955, ano 10, n.º 19, pág. 14-35.

C. D. U. 627.8.001.57

Résultats principaux de l'étude sur modéle réduit des ouvrages de prise et de retenue de la chute de Montélimar — *J. Chabert.*
La Houille Blanche, 7-955, ano 10, n.º 3, pág. 369-391

C. D. U. 627.821

Consideraciones sobre la doble curvatura de la presa del Eume — *Luciano Yordi de Carricarte.*
Revista de Obras Públicas, 1-956, ano 104, n.º 2889, pág. 16-20.

C. D. U. 627.823

Instalaciones y metodes para el estudo del comportamiento de la presa de Escales — *Manuel Sanchez del Rio.*
Revista de Obras Públicas, 11-955, Ano 103, n.º 2887 pág. 553-565, 12-955, Ano 103, n.º 2888, 1-956, Ano 104 n.º 2889, pág. 21-31.

C. D. U. 627.828

La barrage d'accumulation de Ben Métir en Tunisie — *Alfred Stucky.*
Bulletim Technique de la Suisse Romand, 20-10-955 Ano 81, n.º 21-22, pág. 353-361.

C. D. U. 628.1 (460)

Abastecimento de água de algumas cidades espanholas — Notas de viagem — *Branco, A. G. Soares.*
Bol. Fiscalização das Águas Lisboa, 1954, n.º 35, pág. 259

C. D. U. 628.1 (469.4)

Abastecimento de água a Lisboa — *João Manuel Cabral Vargas.*
Reviststa do S. N. E. A., Agentes Técnicos de Engenharia, 7 a 9-955, Ano 10, n.º 96, pág. 138-149.

C. D. U. 628.1 (673.2)

Abastecimento de água à cidade de Luanda — *Sampaio, Manuel de Sousa Teixeira.*
Boletim da Comissão de Fiscalização das Águas de Lisboa, 1954, n.º 35, pág. 59-102.

C. D. U. 628.1 (679.4)

Algumas palavras sobre o abastecimento da cidade da Beira — Moçambique — *Salgado, Joaquim José.*
Boletim da Comissão de Fiscalização das Águas de Lisboa, 1954, n.º 35, pág. 141-225.

C. D. U. 628.112.2 (469.4)

Poços Artesianos na região suburbana de Lisboa — *Alves, João Carlos.*
Boletim da Comissão de Fiscalização das Águas de Lisboa, 1954, n.º 35, pág. 13-29.

C. D. U. 628.3

Bones d'égouts et ordures ménagères — *Leon Jéquier.*
Bulletim Technique de la Suisse Romande, 20 10-955 Ano 81, n.º 21-22, 376-382.

C. D. U. 651.1

La Maison de l'Acier à Bruxelles — *L. Novgorodsky.*
Acier, Stahl, Steel, 11-955, vol. 20, n.º 11, pág. 451-458

C. D. U. 656.2.03.001.2

Custos de produção dos transportes por via férrea — *Lapa, João Faria.*
Economia e Finanças, Anais ISCEF, 1955, vol. 23 tomo 1, pág. 7-69.

C. D. U. 661 (46) «1955»

Desarrollo y estado actual de la industria quimica española — Symposium.
Ion, 12-955, vol. 15, n.º 173, pág. 759-777, 1-956, vol. 16 n.º 174, pág. 17-30.

C. D. U. 666.31 : 539.214

Plasticidad de las arcillas, caolines y pastas cerámicas; III — Estudio teórico sobre las diferentes formas de modificar la plasticidade — *Andrés Léon Maroto.*
Ion, 1-956, vol. 16, n.º 174, pág. 3-10.

C. D. U. 668.529

El perfume cálido — *J. Gil Montero.*
Ion, 12-955, vol. 15, n.º 173, pág. 741-744.

Standard Electrica

ASSOCIADA

DA

"INTERNATIONAL TELEPHONE & TELEGRAPH CORPORATION"

PROJECTOS — FORNECIMENTOS — INSTALAÇÕES

— Material de radiocomunicações para todas as aplicações em média, alta, muito alta e ultra-alta frequência;

— Equipamentos de radiodifusão e televisão e respectivo material de estúdio e acessórios;

— Sistemas de antenas para aplicações gerais e especiais para radiocomunicações, radiodifusão e televisão;

— Instalações de comutação telefónica, manuais e automáticas, de todos os sistemas e capacidades. Sistemas de comunicações por fios em altas frequências;

— Materiais de transmissão telegráfica automática, por fios e por rádio;

— Sistemas de sinalização e de comando, automáticos e manuais, intercomunicadores, amplificadores e aparelhagem acessória;

— Cabos e acessórios de todos os tipos, para energia, comunicações e altas frequências;

— Rectificadores de selénio de tipos especiais e gerais para todas as aplicações.

●

Serviços Técnicos, Comerciais e Fábrica

NA AVENIDA DA INDIA — LISBOA

TEL. 63 81 71/6

telefones · radio · cabos

C. D. U. 697.34

Progrès récents du chauffage urbain en Europe - *Vários.*

Annales de l'Institut Technique du B. T. Publics, 10-955, ano 8, n.º 94, pág. 997-1046.

C. D. U. 697.952 : 331.82 : 613.5

Application de la ventilation naturelle a l'amelioration du confort et de l'hygiène dans les ateliers et locaux d'Habitacion — *R. Pris.*

Travaux, 11-955, pág. 100-108.

Suplemento ao n.º 95 (11-955) dos Annales de l'Institut Technique du Batiment et du Travaux Publics.

C. D. U. 699.81 : 725

Organization de la protection contre les risques d'incendie et de panique dans les Etablissements recevant du Public — *G. Weber.*

Travaux, 11-955.

Suplemento ao n.º 95 (11-955) dos Annales de l'Institut Technique du Batiment et du Travaux Publics.

C. D. U. 699.81 : 725.4

Prevention de l'incendie dans les etablissements industriels et leurs annexes — *M. Leclerc.*

Travaux, 11-955, pág. 57-58.

Suplemento ao n.º 95 (11-955) dos Annales de l'Institut Technique du Batiment et du Travaux Publics.

C. D. U. 699.841

Acção dos sismos sobre as construções — *Eng.º J. S. Brazão Farinha.*

Boletim da Ordem dos Engenheiros — Memória 112, 15-11-955, vol. 4, n.º 22, pág. 32.

C. D. U. 699.844

Importance des Details dans les travaux d'insonorisation (cas d'une installation de compresseur) — *Robert Fleurent.*

Travaux, 11-955, pág. 29-34.

Suplemento ao n.º 95 (11-955) dos Annales de l'Institut Technique du Batiment et des Travaux Publics.

C. D. U. 725.1

Nuevo centro de comunicaciones em Méjico — *Carlos Lazo, A. Perez Palacios* e *Raul Cacho.*

Informes de la Construccion, 8-9-955, ano 8, n.º 73, pág. 7.

C. D. U. 725.21

Edifício comercial em Madrid — *J. L. Sanz Magallon.*

Informes de la Construccion, Agosto-Setemb. 1955, ano 8, n.º 73, pág. 8.

C. D. U. 725.36

Los Silos Subterráneos Herméticos — *César López.*

Caminos y Construccion Pesada, 12-955, vol. 16, n.º 12, pág. 23-26.

C. D. U. 725.36.002/4

Silos para granos de duelas de hormigon. Vantajas del almacenamiento de los granos en la chacra mediante uma estructura simple y económica.

Cemento Portland, 7-8-955, n.º 36, pág. 1-10.

C. D. U. 725.39

Abris Elascon — *M. J. Bakker.*

Acier, Stahl, Steel, 7-8-955, vol. 20, n.º 7-8, pág. 295-298.

C. D. U. 725.39

Hanqar metálico del aeropuerto de Melsbroek — Lez Bruxelles — *L. Novgorodsky.*

Informes de la Construccion, 10-955, ano 8, n.º 74, pág. 6.

C. D. U. 725.4 : 331.82/3

Applicacions des conditions optima d'ambiance d'hygiène et de secureté dans le travail a l'usine de la télémécanique Electrique de Rueil — *M. Bodecher.*

Travaux, 11-955, pág. 7-16.

Suplemento ao n.º 95 (11-955) des Annales de l'Institut Technique du Batiment et du Travaux Publics.

C. D. U. 725.4 : 331.822/3

Usine du «Joint Francois» a Betons. Caracteristiques generales des Batiments en fonction de la securité et de l'hygiène du travail — *Francois Emery.*

Travaux, 11-955, pág. 24-28.

Suplemento ao n.º 95 (11-955) dos Annales de l'Institut Technique du Batiment et du Travaux Publics.

C. D. U. 725.74.012.4.012.6

La piscina elevada de la Feria de Milá — *E. Cegnar.*

Cemento y Hormigon, 12-955, vol. 21, n.º 261, pág. 483-486.

C. D. U. 725.824

Sala de conciertos en Finlandia — *R. V. Luukkonen* e *Paavo Arni.*

Informes de la Construccion, 8-9-955, ano 8, n.º 73 pág. 10.

C. D. U. 725.91

Centro de exposiciones en Lausana — *CH. Thevenaz, A. Birchmeier* e *F. Matter.*

Informes de la Construccion, 8-9-955, ano 8, n.º 73 pág. 8.

C. D. U. 726.8 (469.6)

A arquitectura tumular do bronze inicial no Algarve — *Octávio da Veiga Ferreira.*

Revista do Sindicato dos Engenheiros Auxiliares Outubro, Novembro e Dezembro, 1954, vol. 9, n.º 93, pág. 177-188.

PARA INFORMAÇÕES DIRIGIR-SE À:

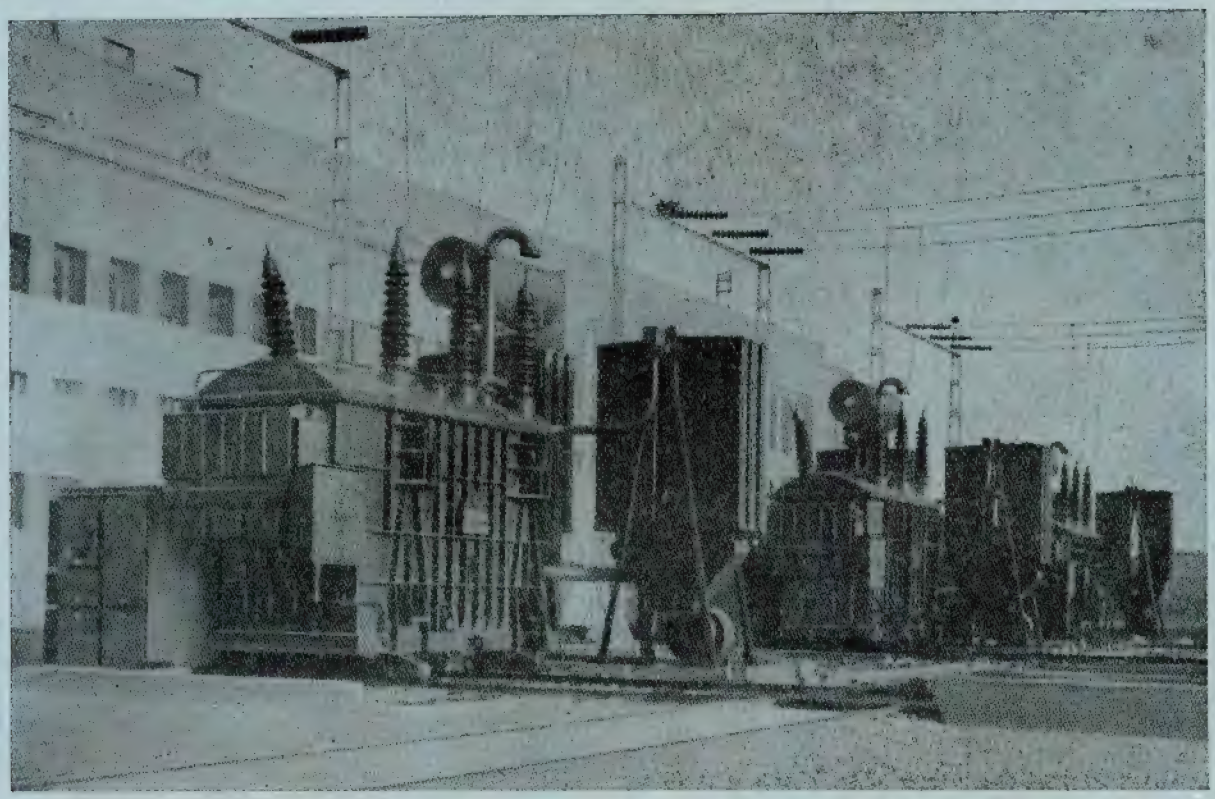
Câmara de Comércio Alemã

RUA ALVES CORREIA, 41-2.º

TRANSFORMADORES 'ENGLISH ELECTRIC'

No vastíssimo programa de produção da «The English Electric Company Limited», incluem-se transformadores com potência de 5 k V A a 100 M V A e tensões até 275 kV, fornecidos para as diferentes partes do mundo.

Na figura vê-se três transformadores trifásicos «English Electric» de 31.250 k V A, relação 138.000/10.500 V, instalados na Central de Teruel da Empresa Nacional Calvo Sotelo em Espanha.



THE ENGLISH ELECTRIC COMPANY LIMITED

Fábricas em: **Stafford, Rugby, Preston, Bradford e Liverpool**

●

Representantes exclusivos para Portugal e África Ocidental Portuguesa:

MONTEIRO GOMES, LIMITADA

Sede: **Rua Cascais, 47 (Alcântara) — LISBOA**

Sucursais: **PORTO, BEJA, VILA FRANCA DE XIRA e LUANDA**

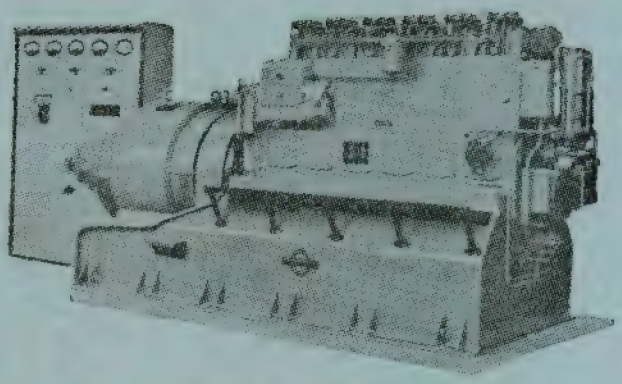
DEUTZ

A GRANDE MARCA ALEMÃ DE MOTORES DIESEL

A Fábrica Klöckner-Humboldt-Deutz, A G em Colónia-Alemanha, foi fundada em 1876, sendo, das fábricas especializadas em motores de combustão interna, a mais antiga do mundo

PROGRAMA DE FABRICAÇÃO:

Motores industriais de 5 a 2000 CV
Motores marítimos de 15 a 2000 CV
Tractores agrícolas de 11 a 60 CV
Tractores agrícolas de rasto de 60 a 90 CV
Tractores industriais de rasto de 60 a 90 CV
Locomotivas para via reduzida de 6 a 165 CV
Locomotivas para minas de 9 a 90 CV
Locomotivas de manobras de 28 a 200 CV
Grupos electrogéneos de 3,5 a 1200 kVA



Grupo electrogéneo de 190 kVA

Únicos representantes para Portugal, Ilhas e Ultramar

MOTORES OLEOS PESADOS, LDA.

"MOTOP"

Telefones 23952 / 20106

R. DA VICTÓRIA, 88-3.º
LISBOA

Teleg.: DEUTZMOTOR
Apartado: 565

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada

(REGISTADO)

■ ■ ■

SERRALHARIAS,

CALDEIRARIA,

FERRARIA,

FUNDIÇÕES

■ ■ ■

ESCRITÓRIO

Rua de S. Tiago, 13

LISBOA

Telefone 2 6572

AGLOMERADOS DE CORTIÇA

PARA

ISOLAMENTOS

TÉRMICOS — ANTIVIBRÁTICOS

E

ACÚSTICOS

ISOLA

SOCIEDADE COMERCIAL DE ISOLAMENTOS DE CORTIÇA, L.DA

LISBOA

Avenida António Augusto de Aguiar, 17

Telef. 4 9787 — 4 1697 — 4 7824

OFICINAS E LABORATÓRIOS

DO

INSTITUTO SUPERIOR TECNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

TEMPERATURA, PRESSÃO E DÉBITOS
PARA VAPOR, ÁGUA, AR, ÓLEO E OUTROS FLUIDOS

BOUHON & IRMÃO, LTD.

EM LISBOA: Av. Júlio Diniz, 26, r/c Esq.
Telef.: 77 36 03, 77 86 85

NO PORTO: Rua Antero do Quental, 615
Telef. 4 0118 — 4 0119

MATERIAL ELÉCTRICO

para instalações de alta e baixa tensão

ESPECIALIDADES **GARDY:**

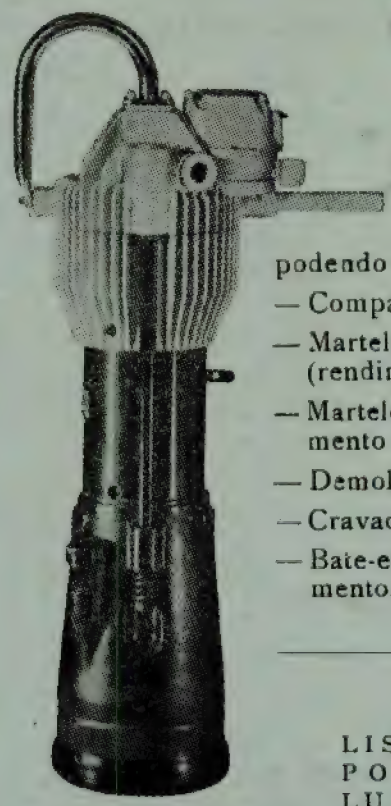
Corta-circuitos e cartuchos de alto poder de corte
Disjuntores para força motriz e iluminação
Disjuntores de calibres variáveis
Disjuntores MINIHUILLE, até 35 kV
Dispositivos de corte em carga para seccionadores, etc.

REPRESENTANTE:

ANTÓNIO BARÓ

Rua da Assunção, 99-2.º-Dt.º

LISBOA



MARTELOS COMPACTADORES PARA

VALAS

(DELMAG)

de 65, 100, 500, 1000 kg

podendo os tipos de 65 e 100 kg ser equipado como:

— Compactadores de valas (rendimento 120m² por hora).
— Martelos apiloadores de betão com ou sem comando a distância (rendimento 150m² por hora).
— Martelos pavimentadores de ruas para cubos de granito (rendimento 60m² por hora).
— Demolidores de betão e pavimentos (rendimento 30m² por hora).
— Cravadores de pranchas de madeira e ferro.
— Bate-estacas verticais ou inclinados até 15cm de diâmetro (rendimento 16 metros liniares por hora).

Entrega imediata nos nossos armazéns de Lisboa

MÁQUINAS DE PRECISÃO, L.DA

(Eng.º J. d'Arriaga de Tavares)

LISBOA — Rua da Boa Vista, 45-49 — Tel. 66 60 86 — 66 60 87
PORTO — Rua Sá da Bandeira, 629 — Tel. 2 8720
LUANDA — Rua Pereira Forjaz, 77 — Caixa Postal 304

CIMENTO TEJO

FÁBRICA EM ALHANDRA

A instalação mais moderna do País. Dois fornos rotativos em laboração. — O "CIMENTO TEJO" marca pelas suas altas resistências e regularidade, garantidas pela fiscalização contínua de todas as fases do fabrico, exercida por técnicos portugueses especializados.

Pedidos à Companhia "CIMENTO TEJO"

SEDE EM LISBOA
RUA DA VITÓRIA, 88, 2.º

FILIAL NO NORTE
AV. DOS ALIADOS, 20, 3.º
PORTO

Sociedade Metropolitana e Colonial de Construções, L.da

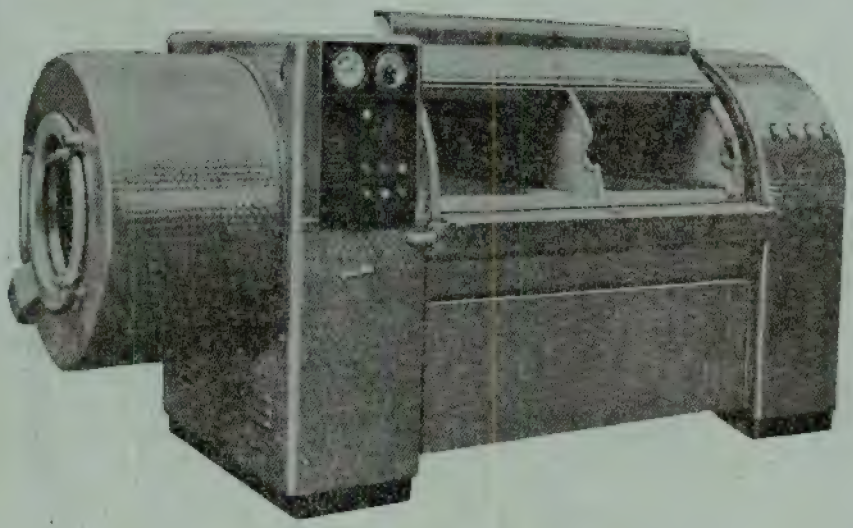
SOMEC

R. da Madalena, 163 — Lisboa Telefone 32795/6

Sondagens
Fundações
Betão armado
Trabalhos marítimos
Túneis

no Continente e Ultramar

POENSGEN



TÉCNICA PERFEITA

A MAIS MODERNA
MAQUINARIA PARA

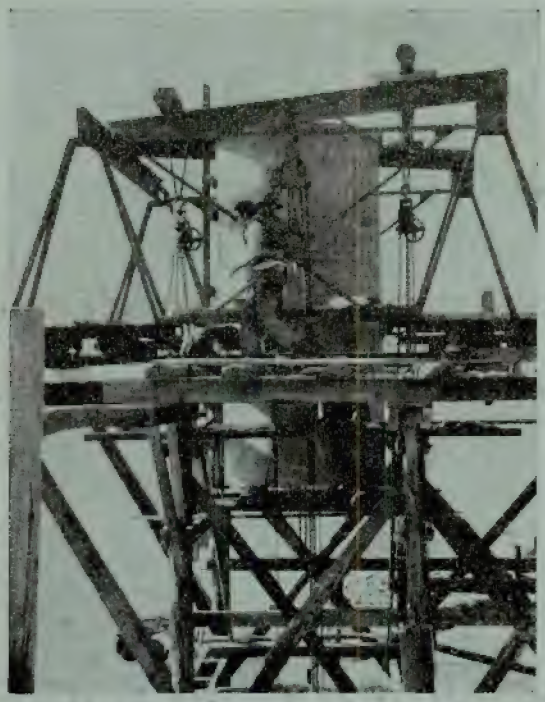
LAVANDARIAS

✦

ORÇAMENTOS
ESTUDOS

AZEVEDO & PESSI, LDA.

Rua Nova do Almada, 46 — LISBOA — Telefs. 20354-24495-29879



PONTE-CAIS NA PÓVOA DE SANTA IRIA
PARA A C.ª INDUSTRIAL PORTUGUESA

Fase da colocação dum dos cilindros
de apoio do tabuleiro

Construções Técnicas, L.da

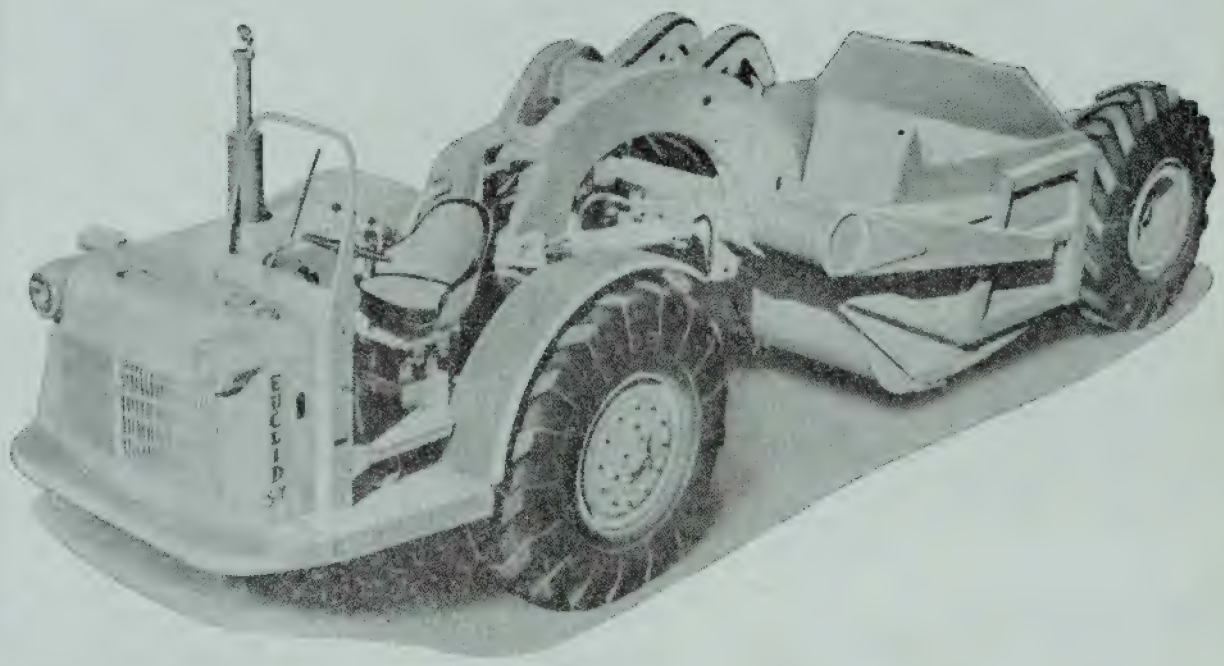
Praça do Município, 13, 3.º
LISBOA
Telefone 22344

FUNDAÇÕES

BETÃO ARMADO

OBRAS PÚBLICAS

Uma revolução no campo da Remoção de Terras !



O «Scraper» **EUCLID** de 7 jardas cúbicas de capacidade rasa.

Motor DIESEL GENERAL MOTORS de 143 CV.

Todos os Comandos Hidráulicos.

É a máquina de confiança e de grande rendimento para a execução do Novo Plano de Estradas.

DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS :

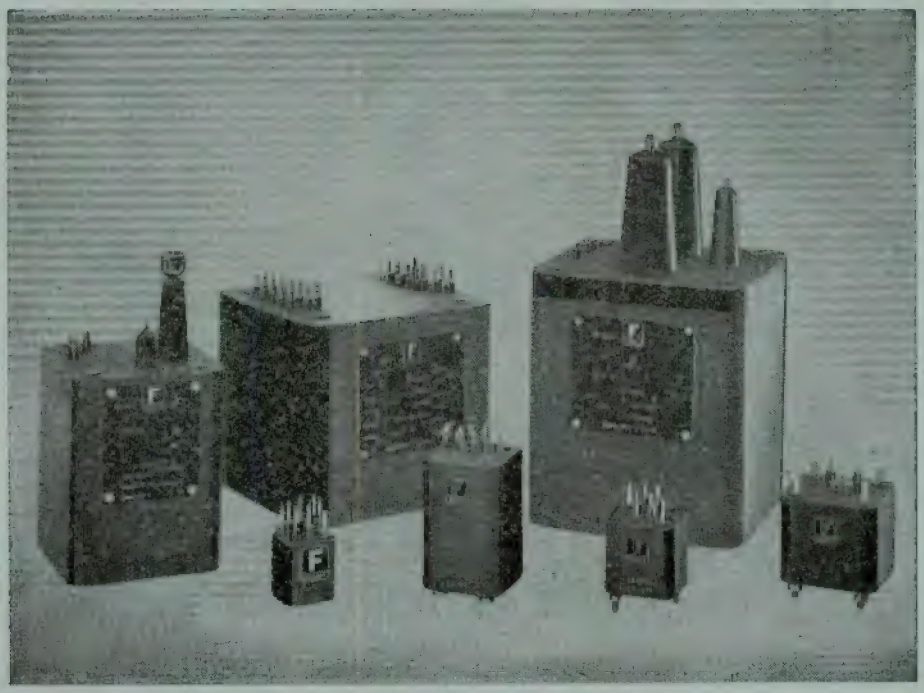
BLACKWOOD HODGE

AV. ALMIRANTE REIS, 247 — LISBOA

Telef. 72 59 58 - 72 59 84

FERRANTI

NOVOS TIPOS DE TRANSFORMADORES E CHOKES TIPO PENTLAND EMBEBIDOS EM RESINA



TENDO AS SEGUINTES VANTAGENS:

- COMO OS COMPONENTES ELÉCTRICOS ESTÃO EMBEBIDOS EM RESINA SINTÉTICA ESPECIAL, FICAM PROTEGIDOS CONTRA POEIRAS, HUMIDADES, ÁCIDOS, ETC.
- COMO A RESINA FICA A ENVOLVER AS ARMADURAS, FICA MONOBLOCO E RESISTENTE CONTRA PANCADAS.
- PODEM ESTES TRANSFORMADORES OU CHOKES SER MONTADOS EM QUALQUER POSIÇÃO.
- DIMENSÕES MAIS REDUZIDAS QUE OS TRANSFORMADORES EM BANHO DE ÓLEO.
- SÃO PRÀTICAMENTE INCOMBUSTÍVEIS.

PARA MAIS INFORMAÇÕES DIRIGIR-SE A

C. SANTOS LDA.

DIVISÃO MARÍTIMA E TÉCNICA

Av. da Liberdade, 35, 1.º

LISBOA

I.P.Z.

ÓXIDO DE ZINCO "NEVADO"

PIGMENTO DE ALTA QUALIDADE PARA TINTAS E ALVAIADES

FABRICADO POR:

INDÚSTRIAS PORTUGUESAS DE ZINCO
S. A. R. L.

CASTANHEIRA DO RIBATEJO

SONDAGENS RÓDIO, L.DA
LISBOA
RUA S. MAMEDE AO CALDAS, 22, 3.º
Telefones: 2 8685 - 2 6865 ✦ Telegramas: SETANSOL

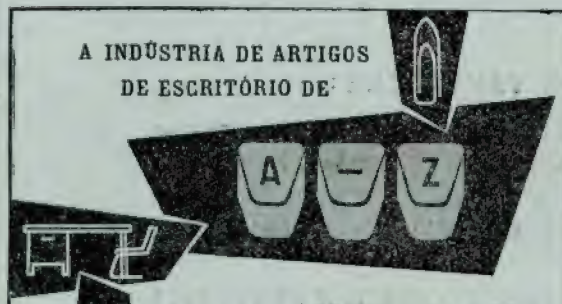
RÓDIO

SONDAGENS GEOLÓGICAS
ESTUDOS GEOTÉCNICOS
ESTACAS GUNITA
CAPTAÇÃO DE ÁGUAS
CONGELAÇÃO DO TERRENO
IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS HIDRÁULICAS
CONSOLIDAÇÃO DE FUNDAÇÕES
ABAIXAMENTO DO LENÇOL DE ÁGUA

—//—

Sócio gerente: **Walter Weyermann**-Eng. civil

A INDÚSTRIA DE ARTIGOS DE ESCRITÓRIO DE

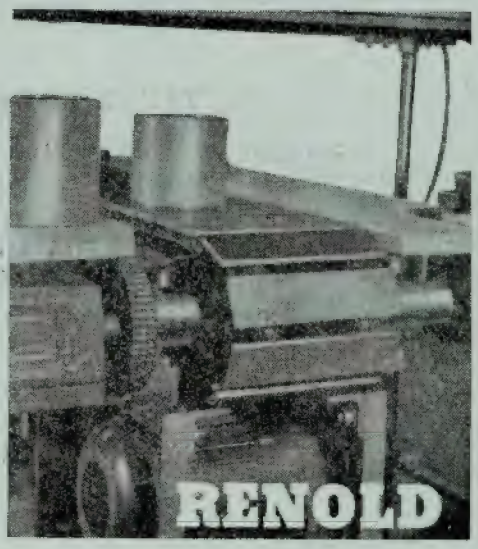


TRABALHO DE ESCRITÓRIO MAIS RÁPIDO, MAIS SEGURO, MAIS FÁCIL, ECONÓMICO!

Resposta de A-Z dá a Indústria de artigos de escritório no pavilhão 17

FEIRA DAS INDÚSTRIAS ALEMÃS
HANNOVER 1956
29 DE ABRIL — 8 DE MAIO

Para informações e prospectos: Dr. Max Walter Clauss, Rua do Salitre, 5, 1.º, Lisboa, Telef. 24184



Deslise suave

Exemplo típico de corrente transportadora RENOLD accionando uma plataforma de deslise suave numa máquina de encher latas que também emprega três transmissões RENOLD.

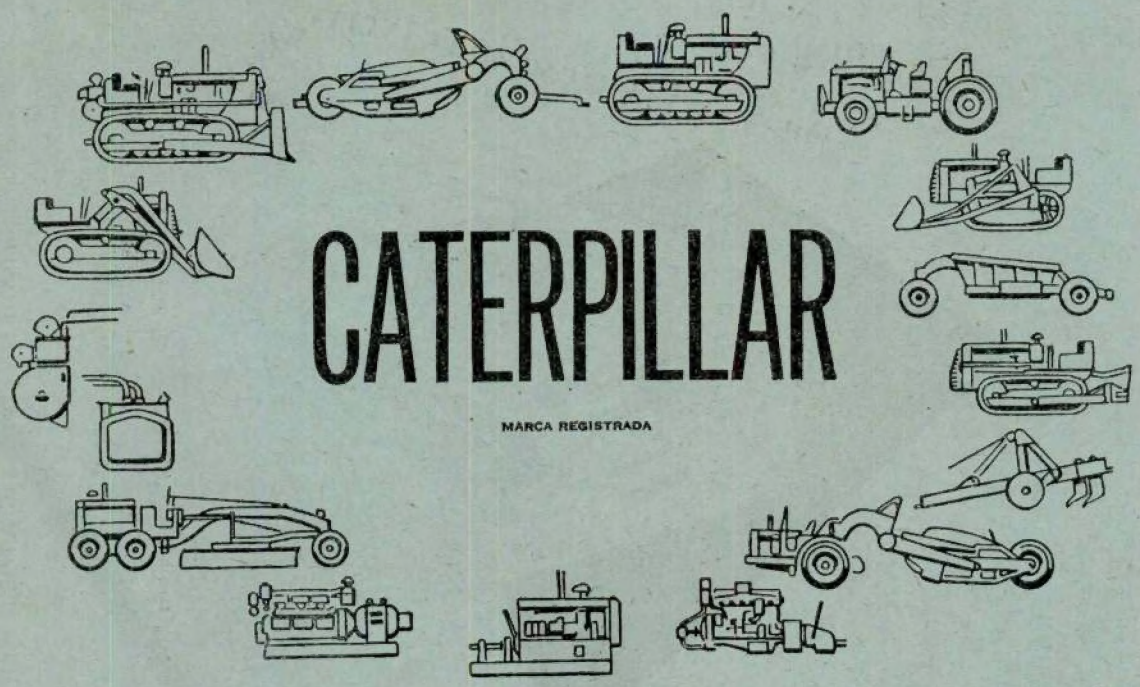
Correntes de aço para Elevadores e Transportadores

Agentes e Depositários

HARKER, SUMNER & C.A, L.DA

PORTO — 38, Rua de Ceuta, 48

LISBOA — 14, Largo Corpo Santo, 18



A mais completa linha de equipamentos para remoção de terras:

6 modelos de tractores de rastos, de 38 a 230 H. P. à barra.
3 modelos de tractores de rodas, de 186 a 300 H. P.
10 modelos de «scrapers», com capacidades que vão de 3,6 j. c. a 27 j. c.
2 modelos de vagões com as capacidades de 10,7 m^3 a 19,1 m^3.
21 modelos de «bulldozers» comandados por cabos ou hidràulicamente.
3 modelos de pás hidráulicas «Traxcavator», com as capacidades de 1, 1 1/2 e 2 1/4 j. c.
3 modelos de motoniveladoras com as potências de 50, 75 e 115 H. P.
4 modelos de comandos por cabos, de montagem trazeira e frontal.
3 modelos de comandos hidráulicos, de montagem trazeira e frontal.
2 modelos de escarificadores.
14 modelos de motores diesel industriais, de 57 a 520 H. P.

Como complemento desta linha, constroem os fabricantes Hyster Company, Athey Corporation, C & D Manufacturing Company, Fleco Corporation e Preco Incorporated (companhias associadas da CATERPILLAR) os seguintes equipamentos: «Hystaway» (Pá mecânica, retroescavadora, dragline ou guindaste, para montar em tractor Caterpillar D6, D7 ou D8), compactadores, vagões sobre rodas ou rastos, «dumpers», lâminas especiais de bulldozer para pedras ou raízes, escarificadores para montar nas lâminas dos bulldozeres, niveladoras rebocadoras, etc.

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS:

SMEIA

SOCIEDADE DE MECANIZAÇÃO INDUSTRIAL E AGRÍCOLA, S. A. R. L.

Avenida Padre Manuel da Nóbrega, 8-B — LISBOA

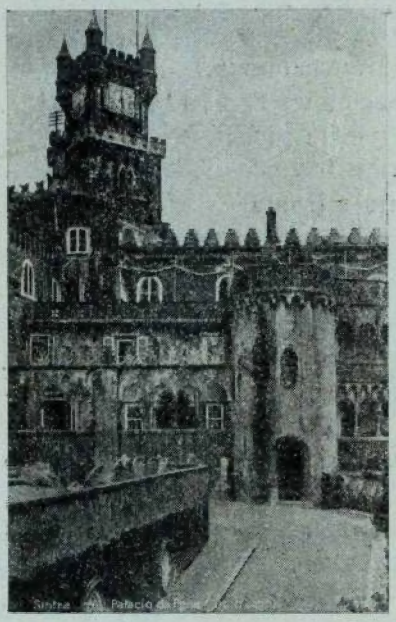
Telefones 72 40 53/4/5

AUSTIN A50
«CAMBRIDGE»

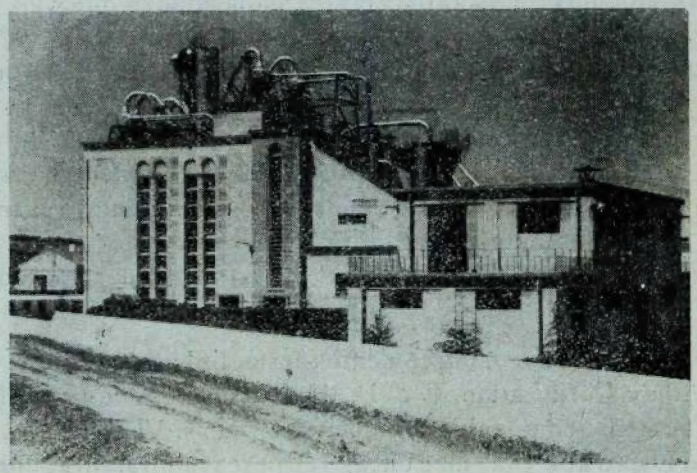
•PODER•ACELERAÇÃO•ELEGÂNCIA•CONFORTO•UM CARRO DE GRANDE CATEGORIA•

Distribuidores Gerais: J. J. GONÇALVES SUCRS.

LISBOA · ÉVORA · PORTO · AGENTES EM TODOS OS DISTRITOS



O Castelo da Pena — Sintra



Fábrica de produtos corticeiros em Cabo Ruivo

O famoso Castelo da Pena há 26 anos e a fábrica de produtos corticeiros em Cabo Ruivo há 8 anos, constituem duas referências que registamos para os serviços de impermeabilização de placas e Terraços. 90 % dos referidos trabalhos no país são efectuados segundo o sistema que lançámos há cerca de 30 anos, com êxito técnico.

CHALLENGE

Consulte:

No Sul
V. T. MARTINS
Rua da Prata, 59-3.º E
Telef. 2 3690 — LISBOA

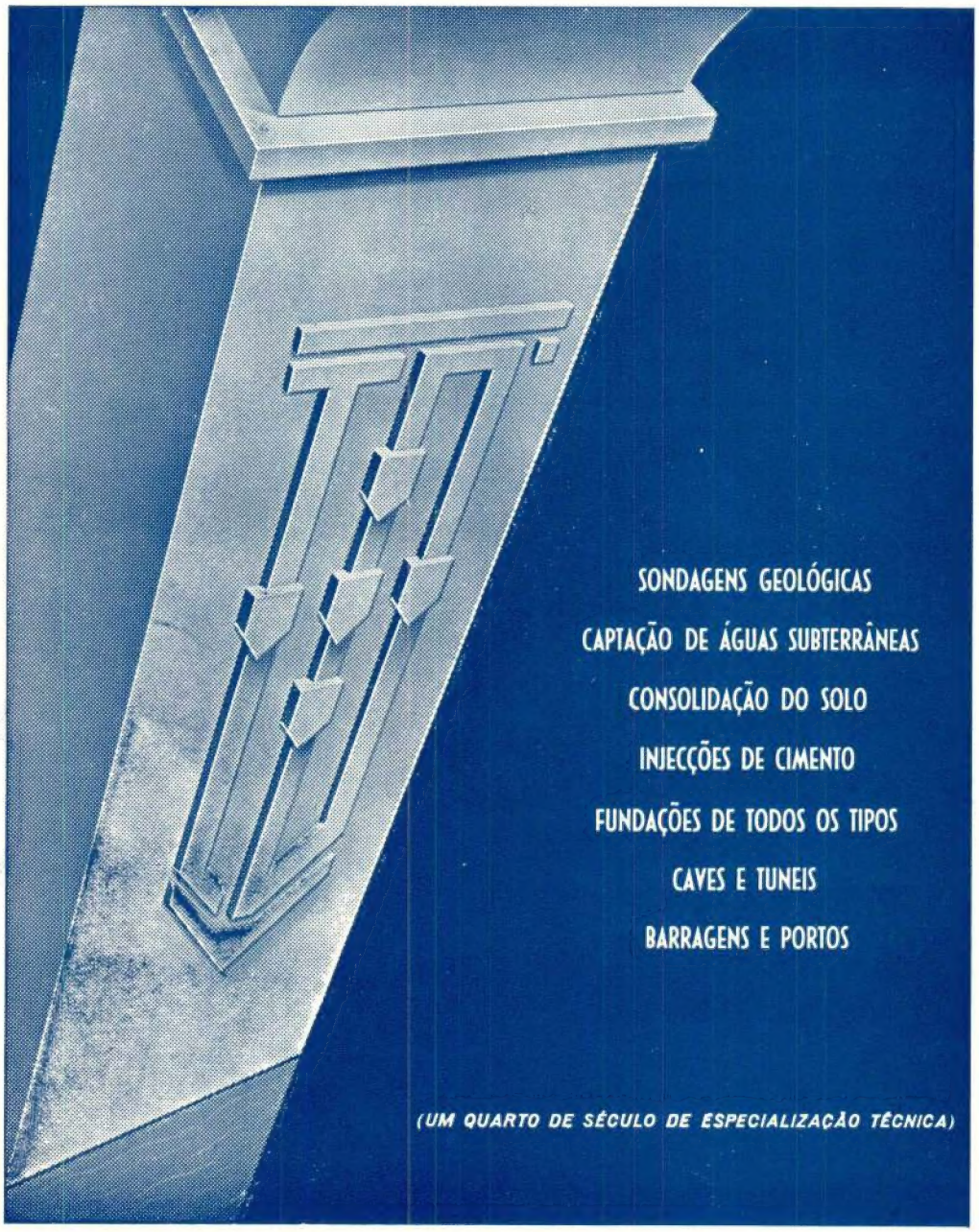
No Norte
BLACKETT & C.ª, L.DA
Rua da Nova Alfândega, 22
Telef 21407 — PORTO

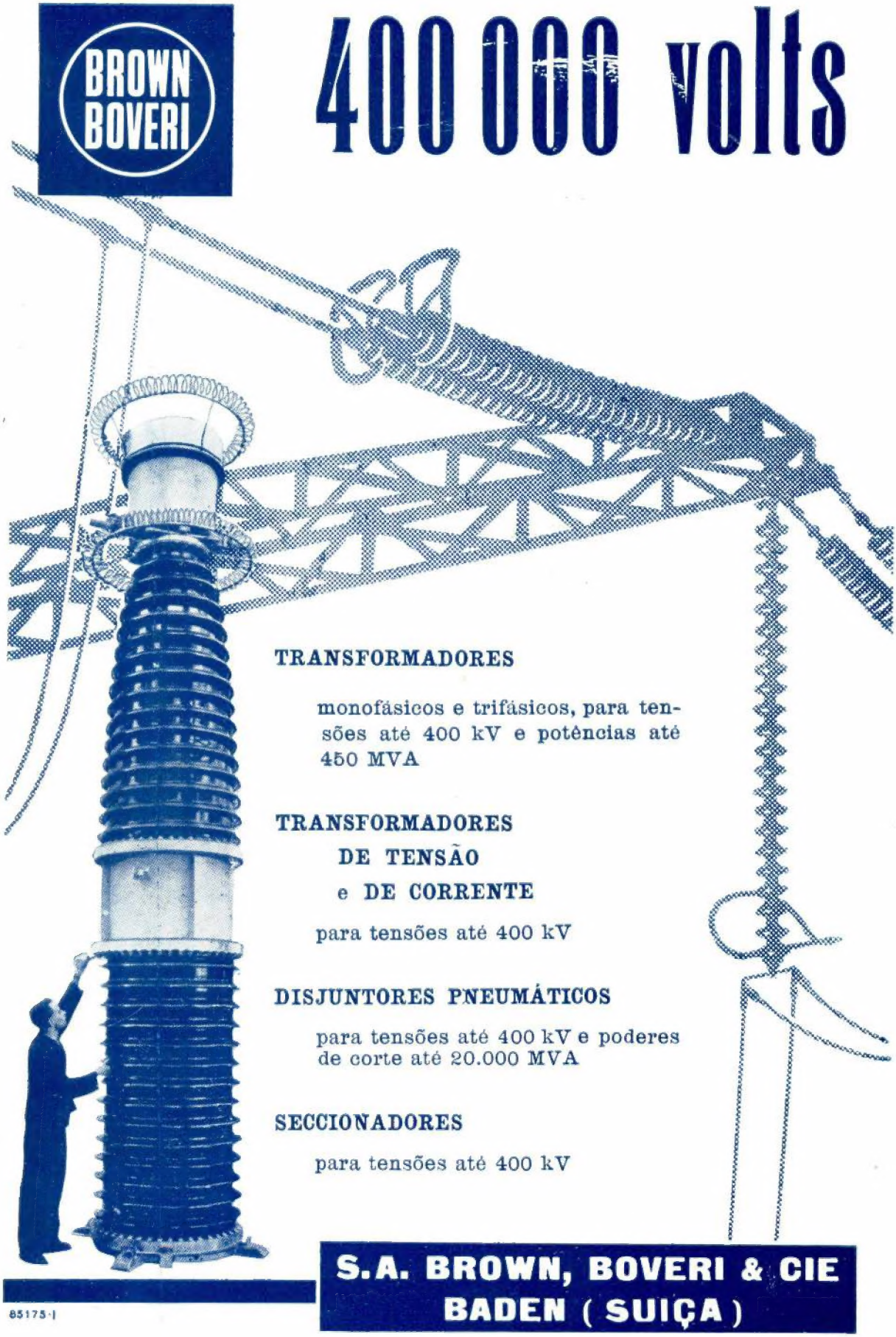
Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

PR. DA FIGUEIRA, 18. 3.º
TELEF. 3 2774

LISBOA





Representante em Portugal e Ultramar: EDOUARD DALPHIN
Escritório: Rua de Sá da Bandeira, 481, 2.º-D. — PORTO — Telef. 2 3411